ನವೋದಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ – ೨೪

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು

★

ಹರಿದಾಸ ಭಟ್ಟ ಕೊಡಂಗಳ

★

ಮಹಾತ್ಮಾಗಾಂಧೀ
ಮೆಮೋರಿಯಲ್ ಕಾಲೇಜು
ಉಡುಪಿ – ೨

ನವೋದಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ – ೨೪

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು

★

ಹರಿದಾಸ ಭಟ್ಟ ಕೊಡಂಗಳ

ಮಹಾತ್ಮಾಗಾಂಧೀ ಮೆಮೋರಿಯಲ್ ಕಾಲೇಜು
ಉಡುಪಿ – ೨

ನವೋದಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಮುದ್ರಣ:

ಮಣಿಪಾಲ ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್,

ಮ ಣಿ ಪಾ ಲ

ಮುನ್ನುಡಿ

ನಾವು ಕಳೆದ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ನವೋದಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಕನ್ನಡದ ಕವಿಕಾವ್ಯ ಪರಂಪರೆಯ ಕುರಿತು ಪರಿಚಯಾತ್ಮಕವಾದ ಕಿರುಹೊತ್ತಿಗೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ಯಥಾನುಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿರುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಓದುಗಬಳಗಕ್ಕೆಲ್ಲ ತಿಳಿದ ವಿಚಾರ. ಆಗೊಮ್ಮೆ ಈಗೊಮ್ಮೆ ವಿಚಾರಾತ್ಮಕ ಬರಹಗಳು ಬಂದ ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಇದೀಗ ಮೊದಲಾಗಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವುದು ಸಂತೋಷವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುವ ಗ್ರಂಥಗಳು ವಿರಳ. ಕನ್ನಡವು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗವಾಗಲಿಕ್ಕಿರುವುದರಿಂದ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಚಾರಸಾಹಿತ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗಬೇಕೆಂದು ನಮ್ಮ ಮೊದಲ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿ ಈ ಪ್ರಕಟಣೆಗೆ ಕೈಯಿಕ್ಕಿದ್ದಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಶ್ರೀ ಕೆ. ಹರಿದಾಸ ಭಟ್ ಅವರು 'ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು' ಎಂಬ ಕಿರುಹೊತ್ತಿಗೆಯನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟು ನಮ್ಮನ್ನುಪಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಮೇಧಾವಂತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದ ಶ್ರೀ ಭಟ್ಟರು ಈಗ ವಿಜ್ಞಾನವಿಷಯಕವಾದ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವ ಸ್ತುತ್ಯರ್ಹವಾದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಮುದ್ರಣವನ್ನು ಆಸ್ಥೆಯಿಂದ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಂಡು ಅತ್ಯಂತ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಪೂರೈಸಿಕೊಟ್ಟ ಮಣಿಪಾಲ ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಕೃತಜ್ಞತೆ.

ನವಂಬರ 1972
ಉಡುಪಿ – 2

ಕು. ಶಿ. ಹರಿದಾಸ ಭಟ್ಟ
ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕ

ಅರಿಕೆ

ಸುಮಾರು ಬೆಳಕಿನಷ್ಟೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಣಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳಲ್ಲೂ, ಎಲ್ಲಾ ದಿಶೆಗಳಿಂದಲೂ ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಈ ಕಣಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಮಾಣುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಾಗಿವೆ.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಅಧ್ಯಯನವು ಬೇರಾವ ತರದ ವಿಸರಣದ ವಿಶ್ಲೇಷಣಕ್ಕಿಂತಲೂ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ ಹಾಗೂ ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳಿಲ್ಲದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಣಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಅಪಾರವಾಗಿದೆ; ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕವು ಕೃತಕವಾಗಿ ಕಣವನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳಿಸಿ, ನೀಡುವ ಶಕ್ತಿಗಿಂತಲೂ ಅಪಾರ! ವಿಶ್ವದ ಯಾವುದೋ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೋ ಸೃಷ್ಟಿಗೊಂಡು, ಅವಕಾಶದ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ಜ್ಯೋತಿವರ್ಷಗಳ ದೂರವನ್ನು ಉಪಕ್ರಮಿಸಿ, ಭೂಮಿಗೆ ಆಗಮಿಸುವ ಈ ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ಸೃಷ್ಟಿಯ ಮತ್ತು ಅಲೆದಾಟ ನಡೆಸಿದ ನೆಲೆಗಳ ಭೌತಿಕ ಸ್ಥಿತಿಯ ಪರಿಚಯ ನೀಡುವ ರಾಯಭಾರಿಗಳು! ವಾತಾವರಣದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಬಡಿದು, ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಾಗಿ ಅವನ್ನು ಒಡೆದು, ತುಣುಕು ತುಣುಕುಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದಾಗ, ನೂರಾರು ಉಪ-ಪರಮಾಣುಕಣಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದು. ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವೇ ಪ್ರಕೃತಿಯು ಮಾನವನಿಗೆ ನೀಡಿದ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆ! ಇಲ್ಲಿ ಮೂಲ ಕಣಗಳ, ವಿಚಿತ್ರ ಕಣಗಳ, ಸ್ಥಿರ ಅಸ್ಥಿರ ಕಣಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸಬಹುದು.

ಇವು ಮಾನವನಿಗೆ ಅಪಾಯಕಾರಿಯೂ ಹೌದು. ವಾತಾವರಣವು ಇಲ್ಲದೇ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಶಕ್ತಿಯುತ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಬಡಿತದಿಂದ ಮಾನವನು ಬದುಕುವುದೇ ಅಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅಪೋಲ್ಲೊ ಯಾನ ಕೈಕೊಂಡ ಖೇಚರರು ಕಣ್ಮುಚ್ಚಿರುವಾಗಲೂ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಅನುಭವ ಪಡೆದರಂತೆ. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣವು ನೇರವಾಗಿ ದೃಷ್ಟಿ ನರಗಳನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸಿದುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ.

ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೫೦ ವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆಗೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣದ ಕುರಿತು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಹಂತಹಂತ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ೫೦ ವರ್ಷಗಳ ಚರಿತ್ರೆಯೂ ಹೌದು.

ಉಡುಪಿ

೫–೫–೧೯೭೨ ಹರಿದಾಸ ಭಟ್ಟ, ಕೊಡಂಗಳ

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಕುರಿತು ಮೊದಲಿಗೆ ಯಾರು ಯಾವ ವರ್ಷ, ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದರೆಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೇ ಸರಿ. ಬೀಕ್ವಿರಲನು (1896) ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದಂದಿನಿಂದ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮತ್ತು ಆಕಾಶದ ವಿಕಿರಣ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದ್ದರು. ಸುಮಾರು 50 ವರ್ಷಗಳ ತನಕದ ನಿರಂತರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ರಚನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳು ತಿಳಿಯುವಂತಾಯಿತು.

ಮೊದಲ ಪ್ರಯೋಗಗಳು: ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕದ ಪತ್ರಗಳು ವಿದ್ಯುದಂಶ ಪಡೆದಾಗ ಸೆಟೆದು ನಿಲ್ಲುವ ಸಂಗತಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಅದಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಆದರೆ ದರ್ಶಕದ ಪತ್ರಗಳಿಗೆ ಅದೆಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ರಕ್ಷಣೆ (insulation) ಒದಗಿಸಿದರೂ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಅವು ಕುಸಿಯುತಿದ್ದವು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ವಾತಾವರಣ ಅಯಾನೀಕರಣ ಗೊಂಡಿರುವುದೇ ಆಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಅದಿರು ಬಿಡುಗಡೆಗೊಳಿಸುವ ರಶ್ಮಿಗಳಿಂದ ವಾತಾವರಣ ಅಯಾನೀಕರಣ ಗೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕದ ವಿಸರ್ಜನೆಗೆ ಇದೇ ಕಾರಣ ವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಿ, ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಕುಕ್ (1903 ರಲ್ಲಿ ಕೆನಡಾದಲ್ಲಿ) ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕವನ್ನು ಒಂದು ದಪ್ಪವಾದ ಇಟ್ಟಿಗೆಯ ಆವರಣದೊಳಗಿಟ್ಟು ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದರು. ಆದರೆ ಪತ್ರ

ಗಳ ಕುಸಿತದ ದರದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ತೋರದೆ ಹೋಯಿತು. ಮೆಕಲೆನನ್ ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರು ವಿದ್ಯುದರ್ಶಕವನ್ನು ಒಂದು ಸರೋವರದಲ್ಲಿ ಇಳಿಸಿ, ಅದರ ಪತ್ರಗಳ ಕುಸಿತದ ದರವನ್ನು ಅಳೆದರು. ದರ್ಶಕವನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ನೀರಿನ ಪದರು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಹುದೆಂಬುದೇ ಅವರ ಆಶಯವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿಯೂ ನಿರಾಶೆಯೇ ಕಾದಿತ್ತು. ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಣಗೊಳಿಸಿರುವ ವಿಸರಣವು (radiation) ಅತ್ಯಂತ ಶಕ್ತಿಯದು ಆಗಿರಬೇಕೆನ್ನುವುದು ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯುವ ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ.

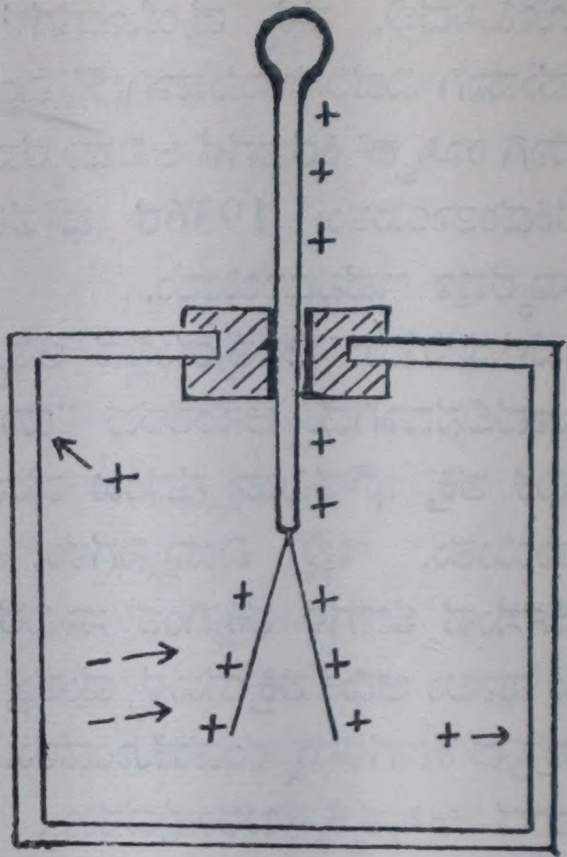
1910ರಲ್ಲಿ ಗ್ಲೋಕೆಲ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ವಿದ್ಯುದರ್ಶಕದೊಂದಿಗೆ ಸುಮಾರು 3 ಮೈಲು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಆಕಾಶಬುಟ್ಟಿ (balloon)ಯಲ್ಲಿ ಏರಿದನು. ಆತನ ಗುರಿಯಾದರೋ ಭೂಮಿಯ ವಿಸರಣದಿಂದ ದೂರ ಸಾಗುವುದೇ ಆಗಿತ್ತು. ಆಶ್ಚರ್ಯವೆಂದರೆ, ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ಸುವರ್ಣ ಪತ್ರಗಳ ಕುಸಿತದ ದರವು ಹೆಚ್ಚಿತೇ ವಿನಹ ಕಡಿಮೆಯಾಗಲಿಲ್ಲ.

1912ರಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟ್ರಿಯಾದ ವಿಕ್ಟರ್ ಎಫ್. ಹೆಸ್‌ನು ಆಕಾಶಬುಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಸುಮಾರು $5\frac{1}{2}$ ಮೈಲು ಎತ್ತರ ಏರಿದನು. ತನ್ನೊಂದಿಗೆ ಒಯ್ದ ಮೂರು ವಿದ್ಯುದರ್ಶಕಗಳ ಪತ್ರಗಳ ಕುಸಿತದ ದರವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದೇ ಪ್ರಯೋಗದ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿತ್ತು. ಕೆಲವು ತಿಂಗಳ ನಂತರ, ಆತನು ತಾನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಅಂಕಿಅಂಶಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಅತಿಮುಖ್ಯ ನಿರ್ಧಾರವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮುಂದಿಟ್ಟನು. ಜರ್ಮನಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ 1912 ನವಂಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ಆತನು ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ "ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ತೀವ್ರತೆಯ ಮತ್ತು ತೂರುವಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವಿಸರಣವು ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸು

ತ್ತಿರುವುದಾಗಿ ಊಹಿಸಿದಲ್ಲಿ, ನನ್ನ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶ ಗಳನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿ ವಿವರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ" ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಿದನು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರದ ಕೀರ್ತಿಯು ಹೆಸ್‌ನಿಗೆ ದೊರಕಿದಂತಾಯಿತು; 1936ರ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನೋಬೆಲ್ ಪುರಸ್ಕಾರವೂ ಇವನದಾಯಿತು.

ವಿಜ್ಞಾನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿನ ಅತ್ಯಂತ ಸಾಹಸ ಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಮೊದಲಿನದಾಗಿದೆ. ಅನಂತರದ "ಬಾಹ್ಯವಿಸರಣ" ಅಧ್ಯಯನವು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವೆಂಬ ಹೊಸ ಪ್ರಪಂಚ ವನ್ನು ತೆರೆದಂತಾಯಿತು. ಇಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಭೂಮಿಯ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಕಣಗಳ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಸಾವಿರ, ಮಿಲಿಯ, ಬಿಲಿಯ, ಟ್ರಿಲಿಯ ಪಾಲು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕ ಗಾತ್ರದ ಕಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡರು. ಪದಾರ್ಥದ ಕಣಗಳು ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬರುವುದನ್ನೂ, ಬಳಿಕ ಮರೆ ಯಾಗಿ ಹೊಸ ಕಣಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದನ್ನೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೊದಲಿಗೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ನೋಡುವಂತಾಯಿತು. ಇಷ್ಟಲ್ಲದೆ, ಈ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿ ವಿಸರಣವು ತಾನು ತೂರಿಬಂದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಭೌತಿಕ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವಂತಹ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಒಯ್ಯುತ್ತಿರುವುದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಈ ವಿಸರಣದ ಉಗಮವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅನೇಕ ಶ್ರೇಷ್ಠ ಮಟ್ಟದ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ, ದೂರದ ತಾರೆಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಘಟನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲಿದ್ದಾರೆ.

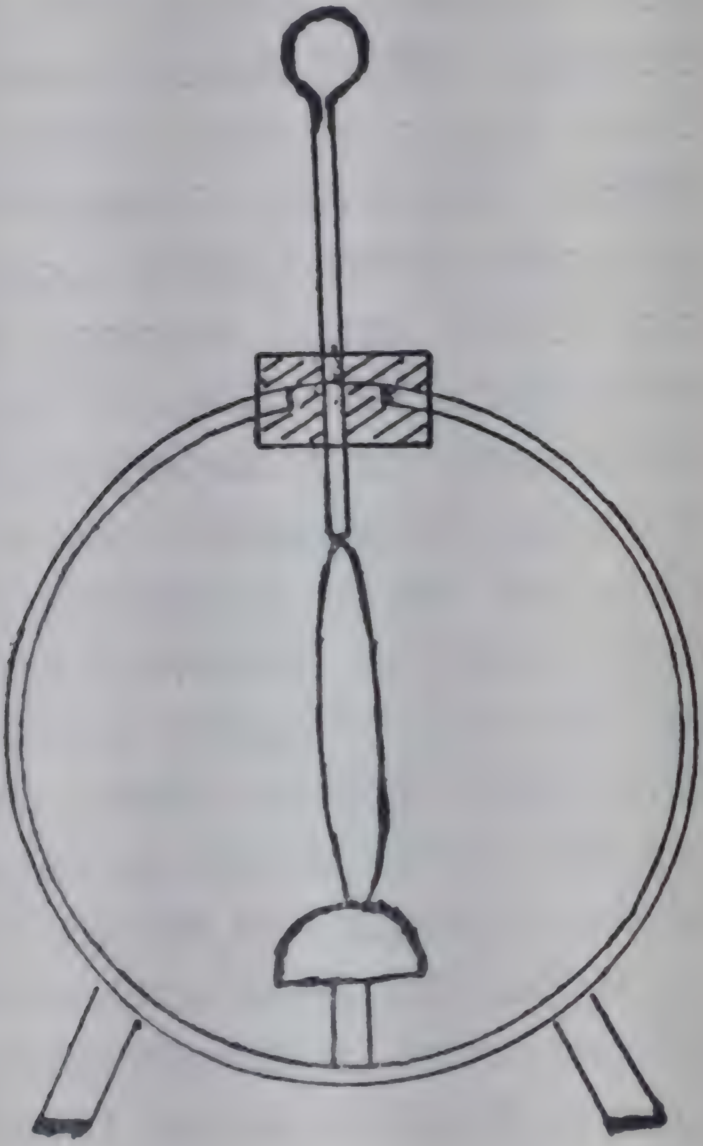
ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಆವಿಷ್ಕಾರಕ್ಕೆ ನಾಂದಿಯಾದ ಸುವರ್ಣ ಪತ್ರದ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕವನ್ನು ಚಿತ್ರ – 1ರಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ವಿದ್ಯುದಂಶ ಪಡೆದಾಗ ವಿಕರ್ಷಣದಿಂದ ಪತ್ರಗಳು ದೂರಕ್ಕೆ ಸೆಟೆದು ನಿಲ್ಲುವುವು. ಆದರೆ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಅವು ಮೆಲ್ಲನೆ ಕುಸಿಯ



ಚಿತ್ರ-1. ಸುವರ್ಣ ಪತ್ರದ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ.

ತೊಡಗುವುವು. ವಿದ್ಯುದರ್ಶಕದಲ್ಲಿನ ವಿಕಿರಣ ಶೀಲ ಅಶುದ್ಧಿಗಳಿಂದ ವಾತಾವರಣವು ಅಯಾನೀಕರಣಗೊಂಡು ಹೀಗಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಇದೆ. ಆದರೆ ಸಂಭಾವ್ಯತೆಯು ತೀರಾ ಅಲ್ಪವಾಗಿದೆ. ತುಂಬಾ ದಪ್ಪದ ಆವರಣಗಳೊಳಗಿಟ್ಟ ದರ್ಶಕದ ಪತ್ರಗಳು ಕುಸಿಯುವ ದರವು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಇಳಿಯುವುದರಿಂದ, ವಿಸರಣವು ದರ್ಶಕದ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಬರಬೇಕೆಂದಾಯಿತು; ಅಷ್ಟಲ್ಲದೆ ಅದು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯುದೂ ಆಗಿರಬೇಕು. ಭೂಮಿಯ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿನ ವಿಕಿರಣಕಾರೀ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಸರಣವೇ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಿಸುವ ಆಕರ(source)ವೆಂಬ ಭಾವನೆಯು ಮೊದಲ ಸುಮಾರು

10 ವರ್ಷಗಳ ತನಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ತಳವೂರಿತ್ತು. ವಾತಾವರಣದ ವಿವಿಧ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ದರ್ಶಕದ ವಿಸರ್ಜನ ದರಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ, ಈ ಊಹನೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವವಿಸರಣವು ದರ್ಶಕದ ವಿಸರ್ಜನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿ



ಚಿತ್ರ-2. ವ್ಯಾಕ್ಷನ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ

ದ್ದಲ್ಲಿ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ವಿಸರ್ಜನೆಯು ಪ್ರಬಲ ವಾಗಿದ್ದು ಎತ್ತರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಅದು ಮಂದವಾಗಬೇಕಾಗುವುದು.

ಜರ್ಮನಿಯ ಥಾಮಸ್ ವೂಲ್ಫ್ ಮತ್ತು ಸ್ವಿಟ್ಸರ್‌ಲೇಂಡಿನ ಎ. ಗ್ಲೋಕೆಲ್ ಈ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಮುಂದಾದರು. ವೂಲ್ಫ್‌ನು ಸುಧಾರಿತ ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕವನ್ನು 1909ರಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿದನು. ಇದರಲ್ಲಿ ಸುವರ್ಣಪತ್ರಗಳ ಬದಲಿಗೆ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ತಂತುವಿನಿಂದ ಎಳೆತದಲ್ಲಿಟ್ಟ ಎರಡು ಸಪೂರ ಸರಿಗೆಗಳು ಇರುವುವು (ಚಿತ್ರ – 2) ಅವುಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುದಂಶಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಿದಾಗ ಸರಿಗೆಗಳು ವಿಕರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ದೂರ ಸರಿಯುವುವು. ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ಅಳೆಯಬಹುದು. 1910 ಮತ್ತು 1912ರಲ್ಲಿ ಕೈಕೊಂಡ ಇವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ, ಎತ್ತರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ವಿಸರ್ಜನ ದರವು ಇಳಿಯುವ ಬದಲು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಪ್ರಾಯಶಃ ಈ ಫಲಿತಾಂಶವೇ ಹೆಸ್‌ನಿಗೆ ಉತ್ತೇಜನವನ್ನು ನೀಡಿತು. 1912 ಅಗಸ್ಟ್ ತಿಂಗಳ ಆತನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಬೆಲೂನ್ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಮೊದಲಿಗೆ ಅಯಾನೀಕರಣವು ದುರ್ಬಲವಾಗುತ್ತಿರುವುದು (ದರ್ಶಕದ ವಿಸರ್ಜನ ದರವು ಕಡಿಮೆಯಾದ್ದರಿಂದ) ತಿಳಿದುಬಂತು. ಭೂಮಿಯ ಹೊರಮೈಯು ವಿಸರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಆದರೆ 2000 ಅಡಿಗಿಂತ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋದಾಗ, ವಿಸರಣ ಆಕರದ ಕಡೆಗೆ ಬೆಲೂನು ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆಯೋ ಎಂಬಂತೆ ಎತ್ತರದೊಂದಿಗೆ ಅಯಾನೀಕರಣವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಸುಮಾರು 16000 ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ದರ್ಶಕವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯ 4ರಷ್ಟು ಪಾಲು ರಭಸದಲ್ಲಿ ವಿಸರ್ಜನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ತರದ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಹೆಸ್‌ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ದಿಂದ ಅಯಾನೀಕರಣ ವಿಸರಣವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸುರಿಯು ತ್ತಿರುವುದಾಗಿ ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಯಿತು.

ಹೆಸ್‌ನು ಮಂಡಿಸಿದ ಊಹನೆಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ಮೊದಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅದನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡ ಸಿದರು. 1919ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ಕೋಲ್‌ಹೋರ್ಸ್ಟರ್ ಸುಮಾರು 28000 ಅಡಿ ಮೇಲೇರಿ, ಹೆಸ್‌ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಖರತೆಯ ಅಯಾನೀಕರಣ ವಿಸರಣವನ್ನು ಕಂಡನು. ವಾತಾ ವರಣದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ಗುಡುಗು, ಮಿಂಚುಗಳಿಂದಾಗಿ ಈ ವಿಸರ ಣವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆಯೆಂದು ಸಿ.ಟಿ.ಆರ್. ವಿಲ್ಸನ್ ಸೂಚಿಸಿದನು. ಇನ್ನು ಹಲವರು ಅನಿಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣಕಾರೀ ಧಾತುಗಳು (ಉದಾ: ರೇಡಾನ್) ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆಂದರು. ಈ ಎರಡು ಊಹನೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಕೊಂಡರೂ, ವಿಸರಣದ ತೀವ್ರತೆಯು ಹವಾಮಾನ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗನು ಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗಬೇಕಾಗುವುದು; ಅಂದರೆ ಅದು ತಾಸಿನಿಂದ ತಾಸಿಗೆ, ದಿನದಿಂದ ದಿನಕ್ಕೆ, ಋತುವಿನಿಂದ ಋತುವಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವಾಗಬೇಕು. ಗುಡುಗುಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲದಲ್ಲೂ ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಲಾರವು; ಅಷ್ಟಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲದಲ್ಲೂ ವಾತಾ ವರಣದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಅನಿಲಗಳ ವಿತರಣೆಯು ಒಂದು ನಿಯ ತಾಂಕವಾಗಿರಲಾರದು. ಹೆಸ್‌ನು ಆದಾಗಲೇ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಪ್ರಖರತೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯು ಇಲ್ಲದಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದನು. ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಅಂದುಬಳಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಉಪಕರಣಗಳು ಕಡಿಮೆ ನಿಖರತೆಯುದಾಗಿದ್ದರೂವಿಸರಣವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಏಕ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಅದು ಹಗಲಿರುಳೆನ್ನದೆ, ಬೇಸಿಗೆ ಮಳೆ ಗಾಲವೆಂಬ ಭೇದವಿಲ್ಲದೆ ಒಂದೇ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಯೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಬಡಿಯುತ್ತಲೇ ಇದೆ.

ರೋಬರ್ಟ್ ಎ. ಮಿಲಿಕನನು ಹೆಸ್ ಮಂಡಿಸಿದ ವಾದಸರಣಿಯನ್ನು ಒಪ್ಪಲು ಸಿದ್ಧನಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆತನು ತನ್ನ ಸಂಗಡಿಗರೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ 1923ರಿಂದ 1926ರ ತನಕ ಅತ್ಯಂತ ಶ್ರೇಷ್ಠ ಮಟ್ಟದ ಪ್ರಯೋಗಶ್ರೇಣಿಗಳನ್ನೇ ಕೈಕೊಂಡನು. ಅದರ ಫಲಿತಾಂಶವು ಹೆಸ್‌ನಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದ್ದು; ಮಿಲಿಕನನು ತನ್ನ ಹಾಗೂ ಇತರರ ಸಂಶಯಗಳನ್ನು ನೀಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತಾಯಿತು. ಮಿಲಿಕನನು ಈ ವಿಸರಣವನ್ನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳೆಂದು ಕರೆದನು.

ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಮಿಲಿಕನನಿಗೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವದ ಬಗೆಗೆ ಸಂಶಯವಿತ್ತು. ಅದನ್ನೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ನೀಗಿಸಿಕೊಂಡನು. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾದ ಮುಯಿರ್ ಸರೋವರ ಮತ್ತು ಏರೋಹೆಡ್ ಸರೋವರಗಳ ಎತ್ತರಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ 11800 ಮತ್ತು 5100 ಅಡಿಗಳು. ವಾತಾವರಣವನ್ನು ತೂರಿ ಸಾಗುವ ವಿಸರಣಕ್ಕೆ ಏರೋಹೆಡ್ ಸರೋವರದ ಮೇಲಿನ 6700 ಅಡಿ ಹೆಚ್ಚಳ ಗಾಳಿಯ ಪದರು 6 ಅಡಿ ನೀರಿನ ಪದರಿಗೆ ಸಮವಾಗಿರುವುದು. ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕವನ್ನು ಮುಯಿರ್ ಸರೋವರದ 6 ಅಡಿ ಆಳದಲ್ಲಿ ಇಳಿಸಿ ಪಡೆದ ವಿಸರ್ಜನ ದರವು ಏರೋಹೆಡ್ ಸರೋವರದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ದರ್ಶಕ ತೋರಿಸುವ ವಿಸರ್ಜನ ದರಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿತ್ತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಖಚಿತವಾಗಿ ವಾತಾವರಣಸ್ತರದ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣವು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬರುತ್ತದೆಯೆಂಬುದು ತಿಳಿಯುವುದು.

ಮಿಲಿಕನನು ಮಾನವರಹಿತ ಬೆಲೂನುಗಳನ್ನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಬಳಸಿದನು. ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕವುಳ್ಳ ಎರಡು ಬೆಲೂನುಗಳು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಏರುವುವು. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎತ್ತರ ತಲಪಿದ ಕೂಡಲೇ ಒಂದು ಬೆಲೂನು ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುವುದು. ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಭೂಮಿಗೆ

ಇಳಿಸುವುದು. ಬೆಲೂನು ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಒಂದು ಸಾಧನವು ನಿರಂತರವಾಗಿ ದರ್ಶಕದ ರೀಡಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಛಾಯಾಚಿತ್ರಪಟಲದ ಮೇಲೆ ಮುದ್ರಿಸುವುದು. ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದ ಪಟಲವನ್ನು ಬಳಿಕ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗುವುದು.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆ: ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲು ಗೈಗರ್ ಗಣಕಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸುವರು. ಸಂಪಾಕ (Coincident circuit) ಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸಿಕೊಂಡು ಅಳವಡಿಸಿದ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಣಕಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ದೂರದರ್ಶಕವೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ವಿಲ್ಸನನ ಮೇಘ ಮಂದಿರವನ್ನೂ, ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ಎಮಲ್ಶನ್ (emulsion) ಫಲಕವನ್ನೂ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಕಿರಣಗಳ ಪಥಗಳನ್ನೂ (tracks) ಅವುಗಳ ವೈದುತಗುಣಗಳನ್ನೂ ಅರಿಯಬಹುದು.

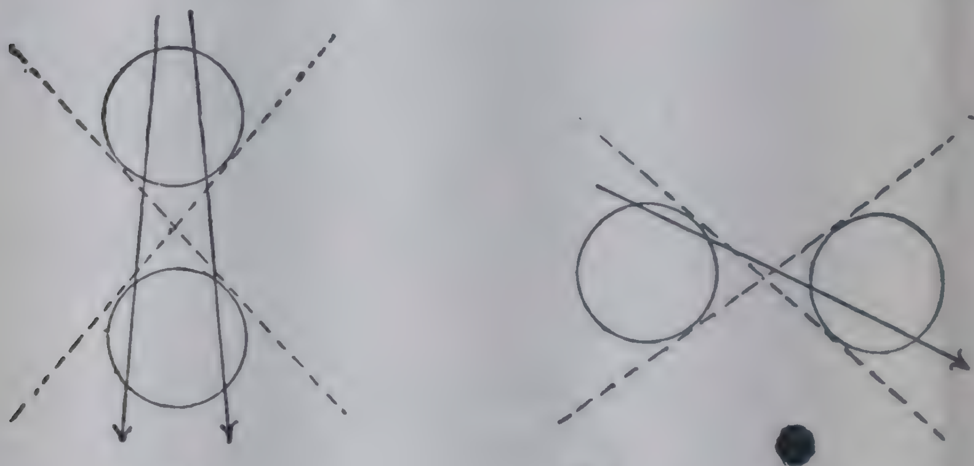
ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶಗಳು ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ತುಂಬಾ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವು. ಅವು ಹಲವು ಸಾವಿರ ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಆಳ ನೀರನ್ನೂ ನೆಲವನ್ನೂ ತೂರಿಹೋಗಬಲ್ಲವು. ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಮಿವ್ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿರುವುದು ತೀರಾ ಸಾಮಾನ್ಯ(1 ಮಿವ್ $= 1.602 \times 10^{-6}$ಅರ್ಗ್)ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ 10^{15} ಮಿವ್ ಶಕ್ತಿಯ ಕಣಗಳು ಸಮುದ್ರತೀರದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುವು.

ಅವುಗಳ ಪ್ರಖರತೆ ಅಥವಾ ತೀವ್ರತೆಯು ಅತಿ ಕಡಿಮೆ. ಸಮುದ್ರ ತೀರದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1 ಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತಾರದ ಮೂಲಕ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಣ ಹಾದುಹೋಗುವುದು.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಘಟಕಗಳಾದರೋ ಪರಮಾಣುಗಳ ತುಣುಕುಗಳಾಗಿವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿಕ್, ಮೆಸಾನಿಕ್, ಫೋಟಾನಿಕ್ ತುಣುಕುಗಳು ವಿವಿಧ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿರುವುವು.

ದಿಕ್ಕಿನ ಪರಿಣಾಮ: ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು (ಅಧಿಕ ತೀವ್ರತೆ) ಭೂಮಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಸಂಪಾಕ ಮಂಡಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ಎರಡು ಗೈಗರ್ ಗಣಕಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುವುದು. ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಎರಡು ಗಣಕಗಳ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣ ಚಲಿಸಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಸಂಪಾಕ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಪಂದವುಂಟಾಗುವುದು. ಚಿತ್ರ – 3(*a*)



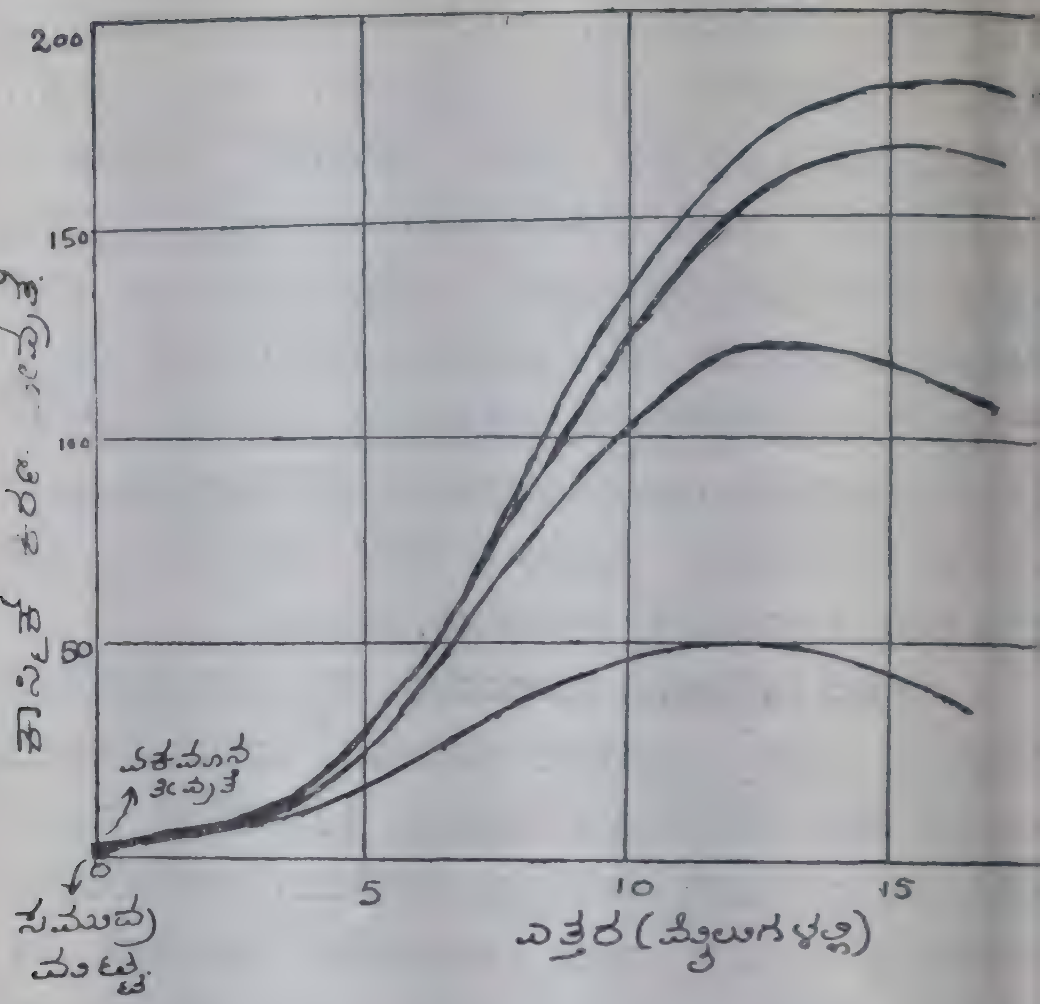
(a) (b)

ಚಿತ್ರ-3. ಸಂಪಾತ ಮಂಡಲದ ಗೈಗರ. ಗಣಕಗಳು.
(a) ಊರ್ಧ್ವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. (b) ಸಮಮಟ್ಟ ವ್ಯವಸ್ಥೆ

ಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಒಂದು ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದರ ಮೇಲೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಿದಾಗ, ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣವು ಎರಡರ ಮೂಲಕವೂ ಸಾಗಿದಾಗ, ಸ್ಪಂದ (pulse)ವುಂಟಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕ ರೆಕಾರ್ಡರ್ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದು. ಆದರೆ ಕಣವು ಒಂದು ಗಣಕದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಚಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದವುಂಟಾಗಲಾರದು; ರೆಕಾರ್ಡರ್ ಅದನ್ನು

ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದೂ ಅಸಾಧ್ಯ. ಗೈಗರ್ ಗಣಕಗಳನ್ನು ಸಮಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ (horizontal) ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಿದಾಗ (ಚಿತ್ರ – 3(*b*)) ನಿಮಿಷ ಒಂದಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ಕಣಗಳನ್ನು ರೆಕಾರ್ಡರ್ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿತು. ಆದರೆ ಊರ್ಧ್ವದಿಶೆ (vertical) ಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅಧಿಕ ಕಣಗಳ ಪತ್ತೆಯಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಮೇಲಿನಿಂದಲೇ (from the zenith) ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುವು ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಮೇಘ ಮಂದಿರವನ್ನು ಎರಡು ಗಣಕಗಳ ನಡುವೆಯಿಟ್ಟು, ಕಣಗಳ ಪಥದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

ಎತ್ತರದ (altitude) ಪರಿಣಾಮ: ಸ್ಟ್ರಾಟೋಸ್ಫಿಯರಿನಲ್ಲಿನ ಬೆಲೂನು ಮತ್ತು ವೈಮಾನಿಕ ಹಾರಾಟದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಸುಮಾರು 12ರಿಂದ 15 ಮೈಲುಗಳ ತನಕ ಏರಿ ಬಳಿಕ ಇಳಿಯುವ ಸಂಗತಿಯು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. 1935ರಲ್ಲಿ ಸ್ಟೀವನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಏಂಡರ್‌ಸನ್ ಸುಮಾರು 14 ಮೈಲು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಏರಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿನ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅಳೆದರು. ಅನೇಕ ವೀಕ್ಷಕರ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕಲೆಹಾಕಿ ವಿವಿಧ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿನ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 4ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಓಮಾ ಪಟ್ಟಣದ ಸಮೀಪ (ಕಾಂತೀಯ ಉತ್ತರ ಅಕ್ಷಾಂಶ 51) 15 ಮೈಲೆತ್ತರದಲ್ಲಿ ತೀವ್ರತೆಯು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿದ್ದು, ಅದು ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದ ತೀವ್ರತೆಗಿಂತ ಸುಮಾರು 170 ಪಾಲಿನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಆ ಎತ್ತರದಿಂದ ಸುಮಾರು 17 ಮೈಲೆತ್ತರದ ತನಕ ವಿಸರಣದ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಇಳಿತವುಂಟಾಗಿರುವುದೂ ಚಿತ್ರದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿನ 4 ರೇಖೆಗಳು ಕೂಡ, ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟ

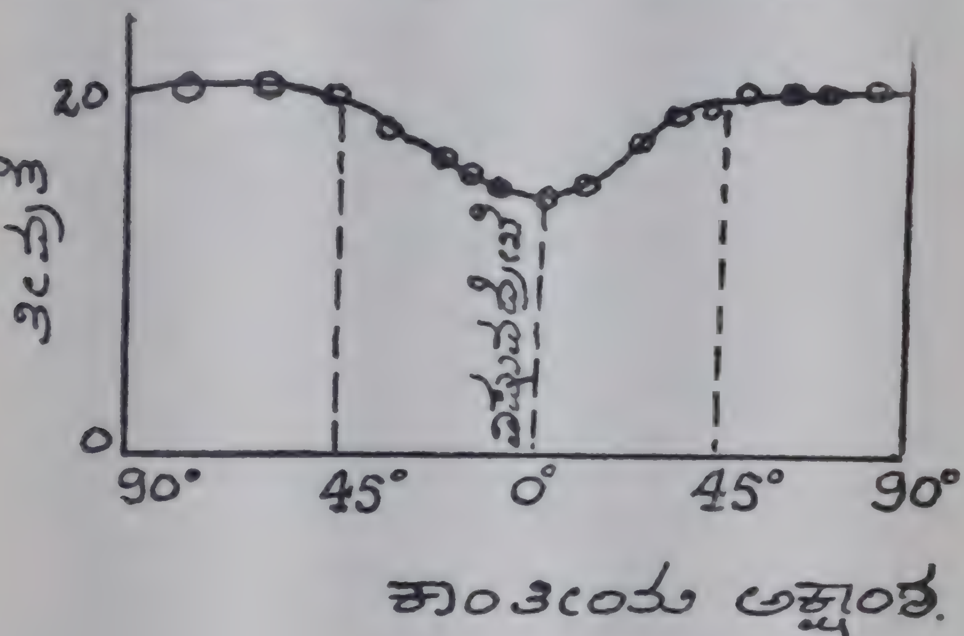


ಚಿತ್ರ-4. ತೀವ್ರತೆ-ಎತ್ತರ ನಕ್ಷೆ

ತಲಪುತ್ತಲೇ ಹಾಗೂ ಕಾಂತೀಯ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆ ಸಮೀಪಿ ಸುತ್ತಲೇ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಇಳಿಯುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುವುವು.

ಅಕ್ಷಾಂಶ (latitude) ಪರಿಣಾಮ: 1930ರಲ್ಲಿ ಮಿಲಿ ಕನ್ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಂತೆ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಅಕ್ಷಾಂಶ ಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿಯೇ ಇರುವುವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಗಾಮಾ ರಶ್ಮಿಗಳಾಗಿರ ಬೇಕೆಂದು ಆತನು ಊಹಿಸಿದನು. ಕಾರಣ, ಕಣಗಳು ವಿದ್ಯುದಂಶ

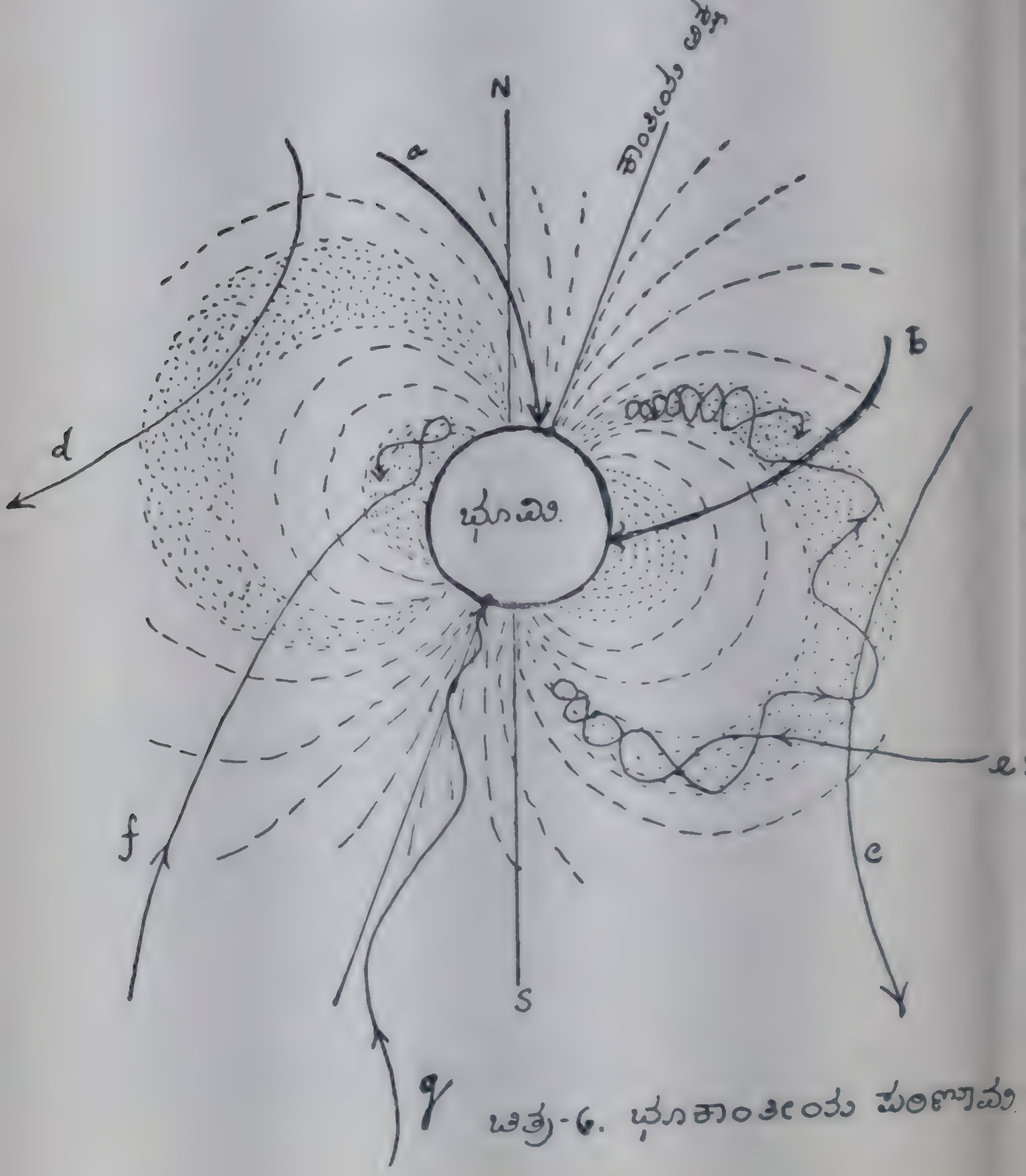
ಹೊಂದಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಅವು ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟ ಗೊಂಡು, ಕೆಲವೇ ಕಣಗಳು, ಕಾಂತೀಯ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆ (magnetic equator)ಯ ಸಮೀಪ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸ ಬೇಕಾಗಿತ್ತು. 1931ರಲ್ಲಿ ಡಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕ್ಲೇಯು ಉತ್ತರ ಗೋಲಾರ್ಧದ ಆಮ್‌ಸ್ಟರ್‌ಡಮ್‌ನಿಂದ ದಕ್ಷಿಣ ಗೋಲಾರ್ಧದ ಬಟೇವಿಯಾಕ್ಕೆ ಗೈಗರ್ ಗಣಕಗಳೊಂದಿಗೆ ನೌಕಾಪ್ರಯಾಣ ಕೈ ಕೊಂಡನು. ಪ್ರತಿನಿತ್ಯ ಆತನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅಳೆದು ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಚಿತ್ರ – 5ರಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದನು. ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುವುದೇನೆಂದರೆ, ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕಾಂತೀಯ ಉತ್ತರ ದಿಂದ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯು 42° ತನಕ ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿದ್ದು ಬಳಿಕ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ಕಾಂತೀಯ



ಚಿತ್ರ-5. ತೀವ್ರತೆ- ಅಕ್ಷಾಂಶ ನಕ್ಷೆ

ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವುದು. ದಕ್ಷಿಣ ಗೋಲಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಬಳಿಕ ಅದು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಮೊದಲಿನಂತೆಯೇ 42°ಯ ಮೇಲೆ ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿ ಉಳಿಯುವುದು.

ಭೂಕಾಂತೀಯ (geomagnetic) ಪರಿಣಾಮ: ಕಾಂತೀಯ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಯ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿನ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣದ ಕನಿಷ್ಠ ತೀವ್ರ ತೆಯು ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಉಂಟಾದುದು. ಭೂಮಿಯ



ಚಿತ್ರ-6. ಭೂಕಾಂತೀಯ ಪರಿಣಾಮ

ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ದಾಟುವ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳ ಪಥಗಳೂ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಬಲದಿಂದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುವುವು. ಈ ಬಲಗಳಿಂದಾಗಿ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಬರುವ ಅನೇಕ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳು ಎರಡು ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಡುವುವು. (ಚಿತ್ರ – 6) ಈ ಸ್ತರಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ವಾನ್ ಅಲೆನ್ ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಭೂಮಿಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಅಮೇರಿಕನ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ನಡೆಸಿದರು. ಈ ಸ್ತರಗಳು ಕಾಂತೀಯ ಧ್ರುವಗಳ ಹೊರತು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ಆವರಿಸಿರುವುವು. ಹೊರ ಸ್ತರವು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರುವುದು. ಒಳಸ್ತರವು ಸುಮಾರು 2500 ಮೈಲಿನಷ್ಟು ಕಾಂತೀಯ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಗಿಂತ ಮೇಲಿದ್ದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಕಣಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರುವುದು.

ಕಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯು ಅಧಿಕವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವು ಅತ್ಯಲ್ಪ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುವುವು; a ಮತ್ತು b ಯಂತಹ ಕಣಗಳು ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುವು. ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ (c, d) ಅವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆಯೇ ಹಿಂತಿರುಗಿಸಲ್ಪಡುವುವು. ಕಣಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವು e, f, g ಯಂತಹ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುವು. e ಕಣವು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಭೂಮಿಯತ್ತ ಚಲಿಸುವುದು. ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರಬಲವಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಕಣವು ಮೆಲ್ಲಗೆ ಚಲಿಸಿ ಬಳಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವು ವಾನ್ ಅಲೆನ್ ಬೆಲ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಅಧಿಕ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಸ್ತರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುವು. g ಯಂತಹ ಕಣವು ಬಲರೇಖೆಗಳಿಗೆ

ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸಿ, ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪುವುದು.ಕೇವಲ ಗರಿಷ್ಠ ಶಕ್ತಿಯ ಕಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕಾಂತ ವಿಷುವ ದ್ರೇಖೆಯ ಸಮೀಪ ಪ್ರವೇಶಿಸಬಹುದಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅಕ್ಷಾಂಶ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮ ಪರಿಣಾಮ: 1930ರಲ್ಲಿ ಎ. ಹೆಚ್. ಕಾಂಪ್ಟ ನನು ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರು ಪ್ರಪಂಚದೆಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ಅಧಿಕ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಮುಂದಾದರು. ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಮಾಹಿತಿ ಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು, ಅಕ್ಷಾಂಶ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕಿಂತಲೂ ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮ ಪರಿಣಾಮವು ಉತ್ತಮವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಬ್ರೂನೋ ರೋಸಿಯು ಯೋಚಿಸಿದನು. ಕಾರಣ ಈ ಪರಿಣಾಮದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳಗಳ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಗಳ ಹೋಲಿಕೆಯ ಅವಶ್ಯ ವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ವಾತಾವರಣದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯು ಆಗುವಂತಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಅದು ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮ ಪರಿಣಾಮವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲಾರದು. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಗಳು ವಿದ್ಯುದಂಶ ಹೊಂದಿದ ಕಣಗಳಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮ ಪರಿಣಾಮವು ವಿದ್ಯುದಂಶದ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಖಾತ್ರಿ ಯಾಗಿ ತಿಳಿಸುವುದು. 1931ರಲ್ಲಿ ರೋಸಿಯು ಗೈಗರ್ ಗಣಕ ಗಳನ್ನು ಸಂಪಾಕ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪೂರ್ವ ಪಶ್ಚಿಮ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ತೊಡಗಿದನು. ಆತನು ಪರ್ಯಾಯ ವಾಗಿ ಮೊದಲು ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಭೂಕಾಂತೀಯ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ರೇಖೆಯ ಪೂರ್ವಕ್ಕೂ ನಂತರ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೂ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿಟ್ಟು ಕೌಂಟ್ಸ್‌ದರವನ್ನು ಅಳೆದನು. ಆದರೆ ಅವಲ್ಲಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಕಂಡುಬರಲಿಲ್ಲ. ಅಕ್ಷಾಂಶ ಪರಿಣಾಮದ ಅಸ್ತಿತ್ವ ತಿಳಿದ ಬಳಿಕ

1933ರಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮ ಪರಿಣಾಮದ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಮೂರು ಸ್ವತಂತ್ರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಆಯಿತು. ಥಾಮಸ್ ಹೆಚ್. ಜಾನ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಲ್ಯೂಯಿ ಡಬ್ಲ್ಯು. ಆಲ್ವಾರೀಸ್ (29°N ಭೂಕಾಂತೀಯ ಅಕ್ಷಾಂಶದ ಮತ್ತು 2250 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದ ಮೆಕ್ಸಿಕೋದಲ್ಲಿ) ಕಾಂಪ್ಟನ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಪೂರ್ವಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದರು. ಅಂದರೆ ಪಶ್ಚಿಮದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಪೂರ್ವಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಊರ್ಧ್ವಕ್ಕೆ 45 ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಪಡೆದ ಕಿರಣಗಳ ಪಶ್ಚಿಮ ಮತ್ತು ಪೂರ್ವ ತೀವ್ರತೆಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು 10%ನಷ್ಟಿರುವುದು. ನಂತರ ರೋಸಿಯೂ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು 26%ನಷ್ಟಿರುವುದನ್ನು ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿದನು.

ಈ ಪರಿಣಾಮದಿಂದಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಒಂದಂಶವಾದರೂ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ ಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯುವುದು. ರೋಸಿಯು ಮಾತಿನಲ್ಲೇ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಈ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಒಂದು ವರ್ಷ ಮೊದಲು ಆಗಿರುತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವರು ನಿರ್ಧಾರವಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಆಗ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಧನಕಣಗಳಾದ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಒಳಗೊಂಡಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರಂತೆ! ಆದರೆ 1932ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಧನಕಣದ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾಯಿತು. ಇದು ಧನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಇಲ್ಲವೇ ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಆಗಿದೆ. 1936ರಲ್ಲಿ ಕಾಂಪ್ಟನನ್ನು ಪ್ರಪಂಚದ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಸಮ ತೀವ್ರತೆಯ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ರೇಖೆಗಳನ್ನು (ಐಸೋಕಾಸ್ಮ್‌ಗಳು) ಎಳೆದು ತೀವ್ರತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದಾದುದು ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದನು.

ವಾತಾವರಣದ ಸ್ಥಿತಿಯೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಬದಲಿಸುವುದು. ಈ ಅಂಶವು ಕಾಂಪ್ಟನನ 1937ರ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂತು – ಉಷ್ಣತೆಯು ಏರಿದಂತೆ ಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಇಳಿಯ ತೊಡಗಿತು. ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಅಕ್ಷಾಂಶ ಪರಿಣಾಮದ ಸುಮಾರು ಮೂರನೇ ಒಂದಂಶವು ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವುದಾಗಿ, ನಿಖರವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂತು.

ಪ್ರೈಮರಿ ಮತ್ತು ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ: 1940 ಮತ್ತು 1950ರ ನಡುವೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ಕಣಗಳ ಗುಣವಿಶೇಷಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲಾಯಿತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಹೆಸ್ ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಗಳು ದೊರೆಯತೊಡಗಿದವು.

ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಬಡಿಯುತ್ತಿರುವ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಮೇಲೆ ಬೀರುವ ಪರಿಣಾಮ ವನ್ನು 1940ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲಾಯಿತು. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳೂ ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂತು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಕೆಲವು ವರ್ಷ ಮೊದಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ತೂರುವಿಕೆಯ ಕಣಗಳು ಇರುವುದನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರು. ಆದರೆ 1940ರಲ್ಲಿ ಇವು ಅಲ್ಪಾಯುಸ್ಸುಳ್ಳ ಮ್ಯೂ ಮೆಸಾನುಗಳಾಗಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಆದುದರಿಂದ ಮೆಸಾನುಗಳು ಪ್ರೈಮರಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಘಟಕವಾಗಿರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ; ಅವು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ವಿಧದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ ದಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಗೊಂಡಿರಬೇಕು.

ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಧನಕಣಗಳು ಇರಬೇಕಾಗುವುದರಿಂದ, ಅವು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು, ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ಇಲ್ಲವೇ ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಆಗಿರುವ ಸಂಭವವಿದೆ. 1940ರಲ್ಲಿ ಚಿಕಾಗೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮಾರ್ಶೆಲ್ ಶೀನ್ ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರು ಬೆಲೂನ್ ಹಾರಾಟದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗಮಾಲೆಯನ್ನೇ ಕೈಕೊಂಡರು. ಅವರು ಸುಮಾರು 70000 ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ (ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡದ $\frac{1}{13}$ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ) ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇಲ್ಲದಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವರು ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣವು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಂದಲೇ ಕೂಡಿರಬೇಕೆಂಬ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದರು.

ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪೈ ಮೆಸಾನುಗಳು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ–ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಕಣಗಳಾಗಿವೆ. ಇವಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ಕಣ. ಆದುರಿಂದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣವು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆಯೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

" ಯುದ್ಧದ ಅನಂತರ ರೋಚೆಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಮಿನೆಸೋಟಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರಬಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ತಂಡಗಳು ನೇಮಕವಾದವು. 1948ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಉಡಾಯಿಸಿದ ಮಾನವರಹಿತ ಬೆಲೂನು ಸುಮಾರು 94000 ಅಡಿ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಏರಿತ್ತು. ಅದರಲ್ಲಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಎಮಲ್ಶನ್ ಪ್ಲೇಟುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದಾಗ ಅತಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಕಣ ಪಥಗಳು ಗೋಚರಿಸಿದವು. ಇದರಿಂದ ಕಣಗಳ ಶಕ್ತಿ ವ್ಯಯದ ದರವನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಅವುಕನಿಷ್ಟ ಹಲವು ಬಿವ್ (10^9 ಇವ್) ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾದರೂ ಹೊಂದಿರಬೇಕೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರಬೇಕಾಯಿತು.

ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಪಥಗಳು ಅಧಿಕ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿಂದುಂಟಾದುದೂ ಕಂಡುಬಂತು. ಇಂತಹ ಪರಮಾಣುಗಳು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲೇ ಅಲಭ್ಯವೆಂದಾಗ ಅವು ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣದ ಘಟಕಗಳೆನ್ನಬೇಕಾಯಿತು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದಾಗಿ, ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣವು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಿಂದಾಗಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

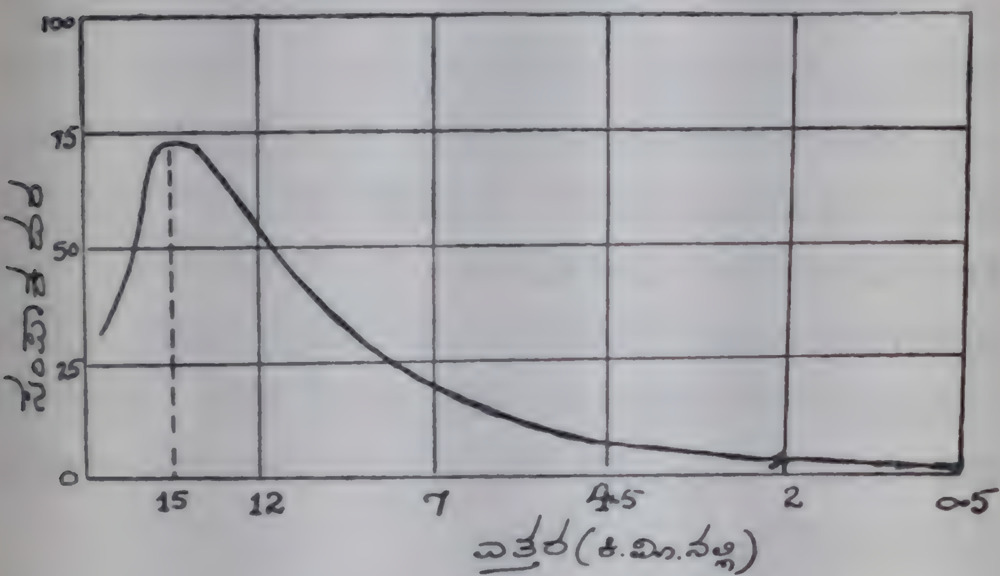
ಮೇಲಿನ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಯಾವ ಶಂಕೆ ಇಲ್ಲದೆ ಹೋದರೂ ಹಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಫೋಟಾನು (ದ್ಯುತಿಕಣ) ಗಳಿವೆಯೋ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರಿಯಲು ಮುಂದಾದರು. 1961ರಲ್ಲಿ ಮಿನೆಸೋಟಾದ ಜೇಮ್ಸ್ ಆರ್ಲ್ ಮತ್ತು ಚಿಕಾಗೋವಿನ ಪೀಟರ್ ಮೇಯರ್ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರು. ಅದೇ ವರ್ಷ ಮೆಸೆಚುಸೆಟ್ಸ್‌ನ ಜಾರ್ಜ್ ಕ್ಲಾರ್ಕ್‌ನು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿಟ್ಟ ಉಪಕರಣದಿಂದ 50 ಮಿವ್‌ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೈಮರಿ ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದನು. ಆದರೆ ಈ ಎರಡು ಸಂಶೋಧನೆಗಳೂ ಅಂತರ್‌ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಒಮ್ಮತಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಒಳಗಾಗದೆ ಉಳಿದಿರುವುವು.

ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿರುವ ಘಟಕಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತಿದೆ :

ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು	87%
ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳು	12%
ಭಾರನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು	1%

ಸೆಕೆಂಡರಿ ವಿಸರಣ: ಪ್ರೈಮರಿ ವಿಸರಣವು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಬಡಿದಾಗ, ವಾತಾವರಣದ ಅನಿಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ಅನೇಕ ಹೊಸ ತರದ

ಕಣಗಳನ್ನೂ ತುಣುಕುಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುವು. ಈ ವಿಕ್ರಿಯೆಯ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು 1935ರಲ್ಲಿ ಜಾರ್ಜ್ ಫ್ಲೋಟ್ಸರ್‌ನುನಡೆಸಿದನು. ಆತನು ಮೂರು ಗೈಗರ್ ಗಣಕಗಳನ್ನು ಸಂಪಾಕ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಿ, ಕೇವಲ ಊರ್ಧ್ವದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಎರಗುವ ಕಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವಂತಹ ಉಪಕರಣವನ್ನು ರಚಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಬೆಲೂನ್ ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದನು. ವಿವಿಧ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸಂಪಾಕ ದರಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಕ್ಷೆ (ಚಿತ್ರ – 7) ಎಳೆದಾಗ, ಸುಮಾರು 15 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ



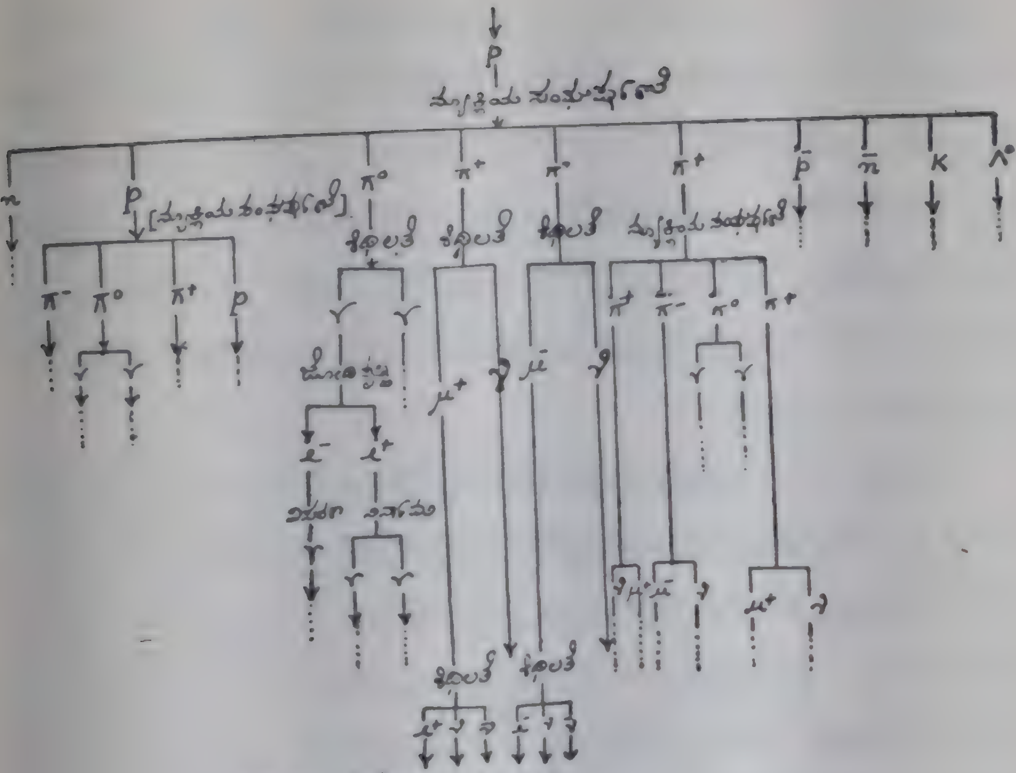
ಚಿತ್ರ-7. ಸಂಪಾಕ ದರ. ಎತ್ತರ ನಕ್ಷೆ

ಗರಿಷ್ಠ ದರವು ಕಂಡುಬಂತು. ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣಗಳು 15 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಣಗಳ ಸಮುದಾಯವನ್ನೇ ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಸಂಗತಿಯು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುವುದು.

ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಣಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಈ ಕಣಗಳ ಕುರಿತಾದ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಸಿವೆ. 1934ರಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಯಿತು. ಇವು ನಿಸ್ಸಂಶಯವಾಗಿ ಸೆಕೆಂಡರಿ ವಿಸರಣದ ಘಟಕಗಳಾಗಿವೆ. 1939ರಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಅಧಿಕ ತೂರುವಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮೆಸಾನುಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾಯಿತು. ಅವು ಅಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣಗಳ ಬಡಿತದಿಂದಾಗಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಿರಬೇಕು.

ಮೆಸಾನುಗಳು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡು (Decay) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವು. 1950ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಸೆಕೆಂಡರಿ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಪೈ (π)ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ಮ್ಯೂ (μ) ಮೆಸಾನುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಯಿತು. ಪೈಯಾನಿನ ಶಿಥಿಲತೆಯಿಂದಾಗಿ ಮ್ಯೂಯಾನ್ ಸೃಷ್ಟಿಗೊಳ್ಳುವುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಫೋಟಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನಿನ (π°) ಶಿಥಿಲತೆಯಿಂದಾಗಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುವುವು. ವಾತಾವರಣದ ಅನಿಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣಗಳು ಬಡಿದು ಪೈಯಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುವು.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಣಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಚಿತ್ರ – 8ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು (ಪ್ರೈಮರಿ) ಸುಮಾರು 10 ಮೈಲೆತ್ತರದಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ಅನಿಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ಸಂಘರ್ಷಿಸುವುವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು, ಸಂಘರ್ಷಿಸದೆ ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದ ತನಕ ಪ್ರೈಮರಿಯು ಬರುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆಯೇ ಇಲ್ಲವೆನ್ನಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರೈಮರಿ ಪ್ರೋಟಾ



ಚಿತ್ರ-೮ ಹಿಕಿಂದರ ಕಣಗಳು

ನನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬೇಕಾದರೆ ಪರ್ವತಶಿಖರಕ್ಕೇ ಹೋಗಬೇಕಾದೀತು! ಪ್ರೈಮರಿ ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ವಾತಾವರಣದ ತುತ್ತತುದಿಯಲ್ಲಿನ ಬೆಲೂನು ಹಾರಾಟಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದು.

ಪ್ರೈಮರಿಯು ವಾತಾವರಣದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವನ್ನು ಸಂಘರ್ಷಿಸಿ ಅದನ್ನು ಒಡೆದಾಗ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ತುಣುಕುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುವುವು. ಇವು ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವು ಆಗಿದ್ದು, ಪುನಃ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುವು, ಇವಲ್ಲದೆ ಪ್ರೈಮರಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಾಲು ಪೈಯಾನು ಹೈಪರಾನು ಮತ್ತು ಭಾರ ಮೆಸಾನುಗಳೆಂಬ ಅಸ್ಥಿರ ಕಣಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವಿನಿಯೋಗವಾಗುವುದು. ಪ್ರೈಮರಿಯ ಶಕ್ತಿಯು

ಅಧಿಕವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಪ್ರೋಟಾನು, ಪ್ರತಿಪ್ರೋಟಾನು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಪ್ರತಿನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಜೋಡಿಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದು, ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಪೈಯಾನುಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿರುವುವು. ಪೈಯಾನುಗಳು ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಷ್ಟೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿರುವುವು. ಆದರೆ ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಮೊದಲೇ ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುವುವು.

ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಎರಡು ಫೋಟಾನುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು. ಇವುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕಿಂತ (0.51 ಮಿವ್) ಅಧಿಕವಿರುವುದರಿಂದ ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಜೋಡಿಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುವು. ಇದೊಂದು ಅಸ್ಥಿರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಶಿಥಿಲಗೊಳಿಸುವುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಕುಲುಂಬ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ವಿಸರಣಗೊಂಡು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುವು.

ಪೈಯಾನಿನ ಶಿಥಿಲತೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಮ್ಯೂಯಾನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳದು. ಬದಲು ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಸ್ವಚ್ಛಂದವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗುವುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಮ್ಯೂಯಾನುಗಳಿರುವುವು. ಇವು ಕೂಡ ಅಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುವುವು.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಸುರಿಮಳೆ (Shower): ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ತಗಡಿರುವ ಮೇಘಮಂದಿರವನ್ನು ಇಟ್ಟು ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ, ಅದರೊಳಗೆ ಸಹಸ್ರಾರು ಕಣಗಳ ಪಥಗಳು ಗೋಚರಿಸಿದವು. ಒಂದು ಪ್ರಬಲ ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಣವು ಸೀಸದ

ತಗಡನ್ನು ಎರಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು. ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಸಂಘರ್ಷಣೆಗಳು ನಡೆಯುವುದರಿಂದ ಸಹಸ್ರಾರು ಕಣಗಳು ಒಮ್ಮೆಲೇ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವುವು. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನ ವನ್ನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಸುರಿಮಳೆಯೆನ್ನುವರು. ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟ ದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸುರಿಮಳೆಗಳು ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನಿನ ಶಿಥಿಲತೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಿಸರಣ ಗೊಂಡು ಮತ್ತು ಜೋಡಿ ಸೃಷ್ಟಿ ವಿಧಾನದಿಂದ ಸಹಸ್ರಾರು ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನೂ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುವು.

ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹಲವೊಮ್ಮೆ ಬೃಹತ್ ಸುರಿಮಳೆಗಳನ್ನೂ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ. ಸಂಪಾಕ ಮಂಡಲದಿಂದ ಅಣಿಗೊಳಿಸಿದ ಹಲವಾರು ಗೈಗರ್ ಗಣಕಗಳನ್ನು ಸಾವಿರಾರು ಅಡಿ ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಇಡುವರು. ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಒಂದೇ ಕಣವು ಹಾದುಹೋಗುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ ಅವು ಅನೇಕ ಸ್ಪಂದ ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ, ಅವೆಲ್ಲವು ಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಕಣಗಳು ಹಾದು ಹೋಗಿರು ವುದೇ ಆಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳೂ ಒಂದೇ ಸಮು ದಾಯಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವು. ಇದನ್ನು "ಗಾಳಿ ಸುರಿಮಳೆ" ಎನ್ನುವರು. 1938ರಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪಿಯರಿ ಅಗರ್ ಇದನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದನು. ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣವು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಸರಪಳಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದು. ಇದ ರಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನಗೊಂಡ ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಪೈಯಾನು ಗಳು ಸುರಿಮಳೆಯ ಪ್ರಧಾನ ತಿರುಳಾಗಿರುವುವು. ಇದರಲ್ಲಿದ್ದ ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನುಗಳು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಫೋಟಾನುಗಳು ಬಿಡು ಗಡೆಯಾಗುವುವು. ಇವು ತಿರುಳಿನಿಂದ ಆಚೀಚೆಗೆ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತಾ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ಕಣಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುವು. ಇವಲ್ಲಿ

ಮ್ಯೂಯಾನುಗಳೂ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವುವು. "ಗಾಳಿ ಸುರಿಮಳೆ"ಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣವು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು; ಅಲ್ಲದೆ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರೈಮರಿಯ ಶಕ್ತಿಯು 6×10^{19} ಇವ್ ಇರುವುದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಮೇಸಾನುಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರ: ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಸುರಿಮಳೆಯ ಆವಿಷ್ಕಾರದ ಮೊದಲೇ ಕಾರ್ಲ್ ಏಂಡರ್‌ಸನನು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಇದರ ಫಲಿತಾಂಶವು ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯದ್ದಾಗಿತ್ತು. ವಿಚಿತ್ರ ಪ್ರಸಂಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಧನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಇಲ್ಲವೇ ಪಾಸಿಟ್ರಾನಿನ ನಿನ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ನಶಿಸುವುದನ್ನು ಅವನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದನು. ಆತನು ಅಧಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವಿದ್ಯುದ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದೊಳಗೆ ಒಂದು ಮೇಘಮಂದಿರವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಕ್ಷೇತ್ರವು 24000 ಗಾಸ್ ಆಗಿದ್ದಾಗ, ಕಣದ ಪಥದ ವಕ್ರತೆಯು 7 ಮೀಟರ್ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಕಣವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಸುಮಾರು 5 ಬಿವ್‌ನಷ್ಟಿರಬೇಕಾಗುವುದು. ಇಷ್ಟಲ್ಲದೆ ಮೇಘಮಂದಿರದೊಳಗೆ ಅರ್ಧಾಂಶ ಕಣಗಳು ಬಲಕ್ಕೂ ಉಳಿದವು ಎಡಕ್ಕೂ ಬಗ್ಗಿರುವುದು ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರದಿಂದ ಕಂಡುಬಂತು. ಆದುದರಿಂದ ಸ್ಥಳೀಯ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಣಗಳು ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವುವು ಎಂಬುದಾಗಿ ಏಂಡರ್‌ಸನನು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟನು. ಮೊದಲು ಆತನು ಋಣಕಣಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆಂದೂ, ಧನಕಣಗಳು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೆಂದೂ ಬಗೆದನು. ಆದರೆ ಹಗುರ ಕಣಗಳು ಕಡಿಮೆ ಅಯಾನೀಕರಣ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವುದರಿಂದ ಧನಕಣಗಳು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಾಗಿರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಕಾರಣ

ಛಾಯಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಧನಕಣಗಳ ಪಥಗಳು ವಿರಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯದವು ಆಗಿದ್ದವು. ಇದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕಾದ ಬ್ಲೇಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಒಚಿಯಾಲಿನಿಯರು ಗೈಗರ್ ಗಣಕ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಮೇಘ ಮಂದಿರ ಬಳಸಿ, ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲೂ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟೇ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಕಣದ ಪಥವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಯಿತು.

ಡಿರಾಕನು ಕ್ವಾಂಟಮ್ ವಾದವನ್ನೂ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಾದವನ್ನೂ ಬಳಸಿ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಹೊಸ ವಾದವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದನು. ಈ ವಾದವು ಋಣ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಋಣ ಕಣಗಳನು ಶಂಕಿಸಿದುದರಿಂದ, ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಡಿರಾಕನ ವಾದವನ್ನು ಖಂಡಿಸಿದರು. ಆತನ ವಾದವು ಭೌತಿಕವಾಗಿ ಸರಿಹೋಗಬೇಕಿದ್ದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟೇ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಕಣದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಏಂಡರ್‌ಸನ್ ಮತ್ತು ಬ್ಲೇಕೆಟ್‌ರ ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ವಾದದ ಕೊರತೆಯನ್ನು ನೀಗಿಸಿದುವು.

ಇಷ್ಟರ ತನಕ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗದೆ ಉಳಿದಿರಲು ಕಾರಣವೇನು? ಡಿರಾಕನ ವಾದದಂತೆ ಅದರ ಆಯುಸ್ಸು ಅತ್ಯಲ್ಪ; ಕಾರಣ ಅದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಸಂಧಿಸಿದಾಗ, ಅವೆರಡೂ ಒಂದನ್ನೊಂದು ನಿರ್ನಾಮಗೊಳಿಸಿ ಮರೆಯಾಗುವುವು. ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ $E=mc^2$ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ತೋರಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ಸುರಿಮಳೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವುವು. ಶಕ್ತಿಯುತ ಫೋಟಾನು ವಸ್ತುವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದಾಗ (materialisation) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್–ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಜೋಡಿಯ ಸೃಷ್ಟಿ

ಯಾಗುವುದು. ಸುರಿಮಳೆಯ ಛಾಯಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಯಾನೀಕರಣ
ಗೊಳಿಸದ ಪಥವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಫೋಟಾನಿನದ್ದಾಗಿದೆ.

ಮೆಸಾನುಗಳು: ಜೋಡಿ ಸೃಷ್ಟಿಯ ಆವಿಷ್ಕರದ ನಂತರ ಸುರಿಮಳೆಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಹತ್ವ ದೊರಕಿತು. ಕೇವಲ ಫೋಟಾನುಗಳ ವಿಸರಣ ವ್ಯಯ ಮತ್ತು ಎಲಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ನಿರ್ನಾಮದಿಂದ ಸುರಿಮಳೆಯು ಉಂಟಾಗದು. ಕಾರಣ, ಸುರಿಮಳೆಯಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ತೂರುವಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಕಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನೂ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಯಿತು. ಈ ಸಂದಿಗ್ಧ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಪರಿಹಾರವಾಗಿ ಎರಡು ವಾದ ಗಳನ್ನು ಮಂಡಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ತೂರುವಿಕೆಯ ಕಣಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಾಗಿರದೆ ಇನ್ನಾವುದೋ ಹೊಸ ಕಣಗಳಿರ ಬಹುದು. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಅವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೇ ಆಗಿದ್ದು, ತಮ್ಮ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಾಗಿ ಫೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸದಿರ ಬಹುದು. ಎರಡನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಬೆತೆ ಮತ್ತು ಹೈಟ್ಲರ್ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿಯೂ, ವಿಲಿಯಮ್ಸ್ ಮತ್ತು ವಿಜೆಕಾರ್ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿಯೂ ಅಲ್ಲಗಳೆದರು. ಮೊದಲನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆ ಯಂತೆ, ಕಣವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿಸರಿಸದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರಬೇಕು. ಆ ವೇಳೆ ಕೇವಲ ಪ್ರೋಟಾನು ಮಾತ್ರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗಿಂತ ಭಾರವಾದ ಕಣ ವೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದರಿಂದ, 1934ರಲ್ಲಿ ವಿಲಿಯಮ್ಸನು ತೂರುವಿಕೆಯ ಕಣವು ಪ್ರೋಟಾನೇ ಆಗಿರಬೇಕೆಂದನು. ಅಂತೆಯೇ ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಇರಬೇಕು.

ಏಂಡರ್‌ಸನ್ ಮತ್ತು ನೆಡ್ಡರ್‌ಮೇಯರ್ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ವಿಲಿಯಮ್ಸನ ಪ್ರೋಟಾನು ವಾದವನ್ನು ಅಲ್ಲ ಗಳೆದವು. ಅವರು ಮೇಘಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಸೀಸದ ತಗಡನ್ನು ಇಟ್ಟು

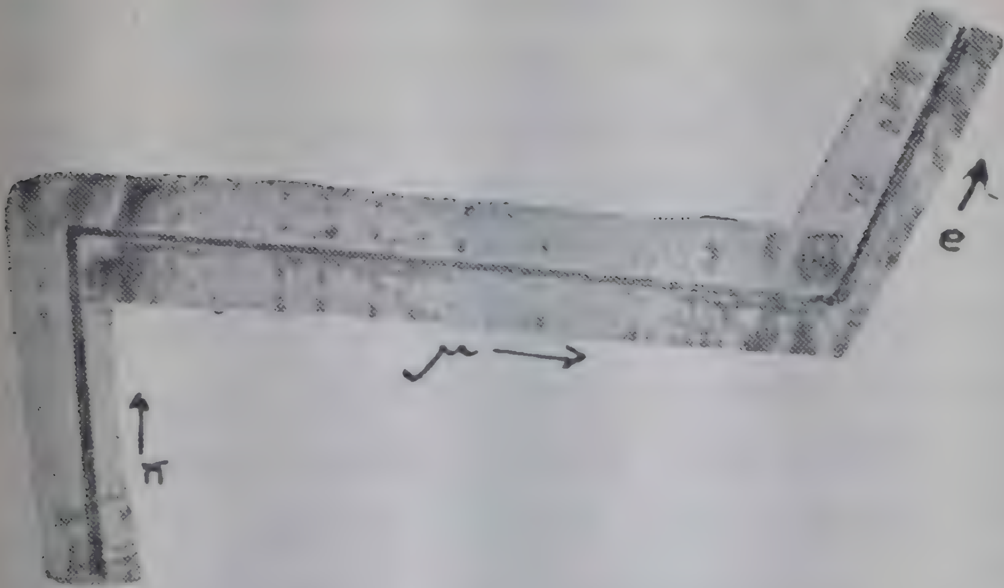
ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ, ಕಣ ಪಥಗಳ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದರು. ಪಥವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಕಣಗಳ ಎರಡು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಮುದಾಯುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ತಿಳಿಯಲಾಯಿತು. ಮೊದಲನೆಯದು ತೂರುವಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳದ್ದು. ಎರಡನೆಯದು ತಗಡಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ, ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು. ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯ ಕಣ ಪಥಗಳ ಅಯಾನೀಕರಣ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಪ್ರೋಟಾನಗಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರಬೇಕು, ಅವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಷ್ಟು ವಿಸರಣಗೊಳ್ಳದಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರಬೇಕಾಗುವುದು. ಕಣವು ಏಕಮಾನ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಅದರ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ನಡುವಣ ಬೆಲೆ ಪಡೆದಿರಬಹುದು. ಈ ಕಣವನ್ನು ಮ್ಯೂ ಮೆಸಾನು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಇದರ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗಿಂತ 200 ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿರುವುದಾಗಿ ಸ್ಟ್ರೀಟ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೀವನ್ಸನ್ನರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಿತು. ನಿಖರವಾಗಿ ಇದರ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು (206 ± 2)me ಇರುವುದನ್ನು 1950ರಲ್ಲಿ ಬ್ರೋಡೆಯ ಪ್ರಯೋಗವು ನಿರ್ಧರಿಸಿತು.

ಅಂತೂ 1937ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣವು ಮ್ಯೂಯಾನು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, ಪಾಸಿಟ್ರಾನು, ಫೋಟಾನುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಮ್ಯೂ ಮೆಸಾನಿನ ಆವಿಷ್ಕಾರದ ವರ್ಷವೇ (1935ರಲ್ಲಿ) ಜಪಾನಿನ ಯುಕಾವ (yukawa) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಈ ಕಣದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿ ಶಂಕಿಸಿದ್ದನು. ಪರಮಾಣು

ವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸದೊಳಗೆ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೊಳಗಿನ ವಿಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವು ಅಸ್ಥಿರವಾಗಿರದೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ. ಅದಾವುದೋ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಬಲವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು (ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು) ಅಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಾಗಿರಿಸಬೇಕೆಂಬುದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಪರಮಾಣುವಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲದ ಘಟಕವು (quantum) ಫೋಟಾನ್ ಇರುವಂತೆ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಬಲದ ಘಟಕವು ಒಂದು ಕಣವಾಗಿರಬಹುದು. ಇದು ಯುಕಾವನ ವಾದ! ಆದರೆ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟತೆಯ ತತ್ವದಂತೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ನಡುವಿನ ಅತ್ಯಲ್ಪ ದೂರದಿಂದಾಗಿ ಇವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗದು. ಕಾರಣ ಕಣಗಳ ಆಯುಸ್ಸು 10^{-6} ಸೆಕೆಂಡಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರದು. ಯುಕಾವನು ಈ ಕಣವನ್ನು ಮೆಸಾನು ಎಂದು ಕರೆದನು. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮ್ಯೂ ಮೆಸಾನೇ ಯುಕಾವ ಕಣವಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಿದರು.

1947ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಪೊವೆಲ್ ಮತ್ತು ಒಚಿಯಾಲಿನಿಯರು ಹೊಸ ಮಾದರಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಪರ್ವತದ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಒಡ್ಡಿದರು. ಈ ಫಲ ಗಳಲ್ಲಿ ಅವರು ಮೂರು ಪಥಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರು. ಮೊದಲನೆಯದು (π) ನಿಶ್ಚಲವಾದ ಕೂಡಲೇ ಎರಡನೆಯದು (μ) ಉತ್ಪನ್ನಗೊಂಡು ಚಲಿಸುವುದು. ಬಳಿಕ ಮೂರನೆಯ ಕಣ (e) ಇನ್ನೊಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದು (ಚಿತ್ರ – 9) ಮೊದಲ ಎರಡು ಕಣಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗಿಂತ ಕನಿಷ್ಠ 200 ಪಾಲಾದರೂ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂತು. ಮೊದಲ ಪಥವು ಪೈಮೆಸಾನೆಂಬ ಹೊಸ ಕಣದ್ದೆಂದು ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು. ಇದರ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು $273 m_e$; ಆಯುಸ್ಸು 2.55×10^{-8} ಸೆಕೆಂಡ್



ಚಿತ್ರ 9 ಪೈಯಾನಿನ ಶಿಥಿಲತೆ

ಆಗಿದೆ. ಪೈಮೆಸಾನುಗಳು ಅಧಿಕ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯುಳ್ಳ ಕಣಗಳು ಆದರೆ ಮ್ಯೂಮೆಸಾನುಗಳು ದುರ್ಬಲ ಕಣಗಳು. ಮ್ಯೂಯಾನುಗಳು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ (ν) ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಕಣವು ಭಾರರಹಿತ, ವೈದುತ ತಟಸ್ಥ ಕಣವಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ($\bar{\nu}$)ವನ್ನೂ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಗನು ಸಾರವಾಗಿ π, μ ಕಣಗಳು ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುವುವು.

$$\pi^+ \longrightarrow \mu^+ + \nu$$

$$\pi^- \longrightarrow \mu^- + \nu^-$$

$$\mu^+ \longrightarrow e^+ + \nu + \nu^-$$

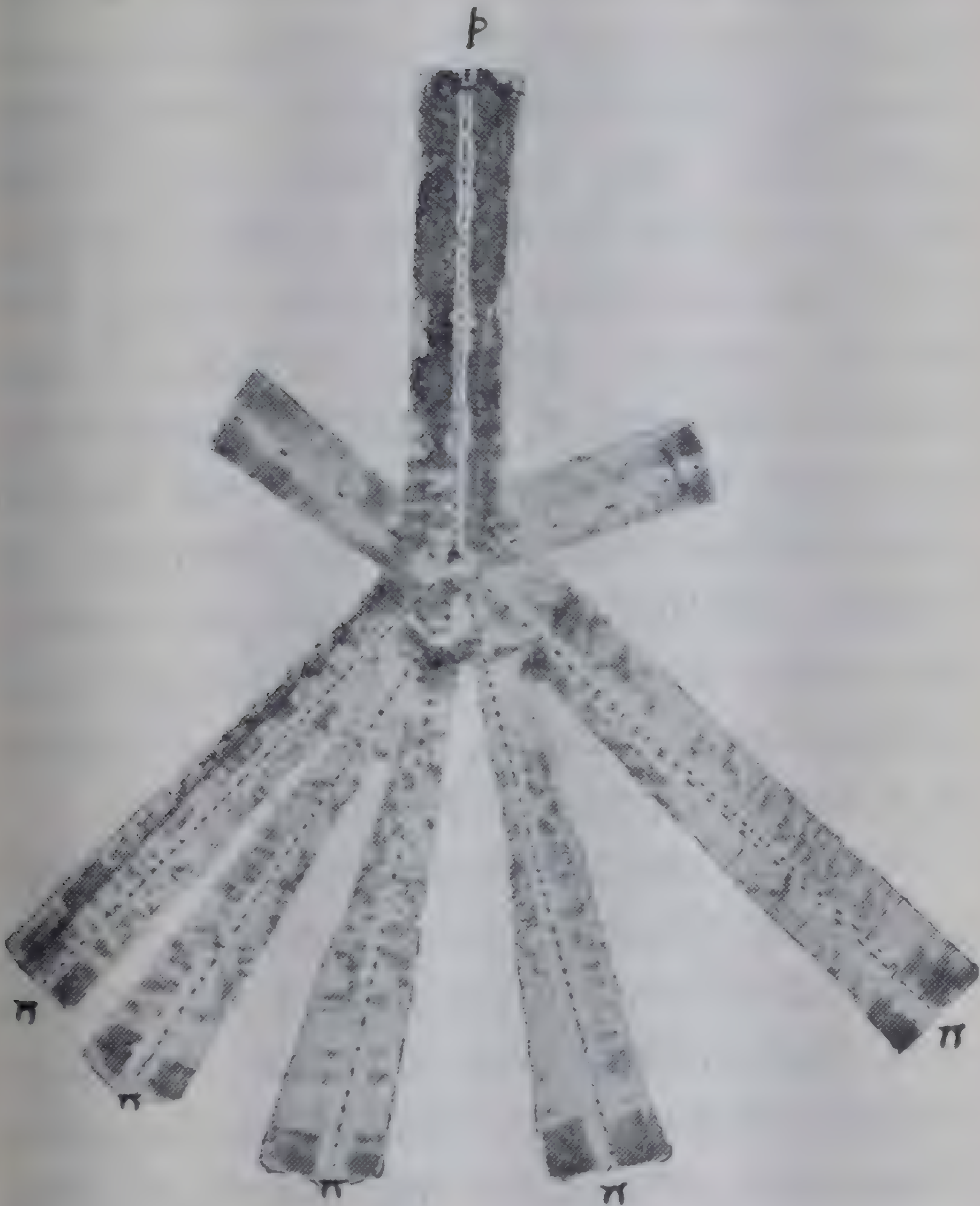
$$\mu^- \longrightarrow e^- + \nu + \nu^-$$

ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನಿನ ಆವಿಷ್ಕಾರ: 1947ರಲ್ಲಿ ಒಪ್ಪೆನ್ಹೈಮರನು ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನಿನ (π^0) ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಇದು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಫೋಟಾನುಗಳುಂಟಾಗಿ ಅವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುವು. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಸುರಿಮಳೆಯನ್ನು ತಟಸ್ಥ ಕಣಗಳು ವೃದ್ಧಿಸುವ ಸಂಗತಿಯು 1950ರ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಈ ಕಣಗಳು ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನು ಶಿಥಿಲ ಗೊಂಡಾಗ ಹುಟ್ಟುವ ಫೋಟಾನುಗಳಾಗಿವೆ. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯು ತಟಸ್ಥ ಪೈಯಾನಿಗೆ 264me ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ನಿಗದಿಪಡಿಸಿತು. ಇದರ ಸರಾಸರಿ ಆಯುಸ್ಸು 2×10^{-16} ಸೆಕೆಂಡ್. ಅದು ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಎರಡು ಫೋಟಾನುಗಳು ಹುಟ್ಟುವುವು.

$$\pi^{\circ} \longrightarrow \gamma + \gamma$$

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆ: 1930ರಲ್ಲಿ ಸುರಿಮಳೆಯ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾದಾಗ, ಅವು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಇದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವು ಒಡೆದು ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ಕಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುದೆಂದೂ ಕೆಲವರು ವಾದಿಸಿದರು. ಆದರೆ ನಿಜವಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಯಾಗಿ ಕಾಣಸಿಗುವುವೇ ಹೊರತು ಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲ. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಸುರಿಮಳೆಯು ಫೋಟಾನುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನಗೊಳ್ಳುವ ಅನೇಕಾನೇಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಜೋಡಿಗಳಿಂದಲೂ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿಸರಣದಿಂದಲೂ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸಮೀಪವಿರುವ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಒದಗಿಸುವುವು. ಆದರೂ ಹಲವೊಂದು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣವು ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವನ್ನು ಒಡೆದುದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 10 ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತಾರೆ

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯ ಇರವನ್ನು 1932 ರಲ್ಲಿ "ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತಾರೆಗಳಿಂದ" ಅಸ್ಪ್ರಿಯಾದ ಮರಿಯಟ್ಟ ಮತ್ತು ವೇಂಬ್‌ಶೆರ್ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರು. ಈ ತಾರೆಗಳು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಎಮಲ್ಶನ್ ಪ್ಲೇಟುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಒಡೆದು ಹೊರಹಬ್ಬಿದ ಕವಲುಗಳಂತೆ ಕಂಡುಬಂದವು. ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತಾರೆಗಳು ಮಾತ್ರ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಗೆ ನೇರ ಸಾಕ್ಷಿಗಳಾಗಿ ಉಳಿದವು. ಆದರೆ ಪೈಮೆಸಾನಿನ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಹೊಸ ಕಳೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿತು. ಮೆಸಾನುಗಳು ಅಲ್ಪಾಯುಸ್ಸಿನ ಕಣಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವು ಪ್ರೈಮರಿಯಲ್ಲಿರದೆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡ ಸೆಕೆಂಡರಿ ಕಣಗಳಾಗಿರುವುವು. ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುವು. ಈ ಅಂಶವನ್ನು 1940ರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಎಮಲ್ಶನ್ ಫಲಕಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೋಟಾನು ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತಾರೆಗಳಿಂದ ಸಮರ್ಥಿಸಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ತಾರೆಯಲ್ಲೂ ಸುಮಾರು 5, 6 ಮೆಸಾನು ಪಥಗಳು ಗೋಚರಿಸಿದುವು (ಚಿತ್ರ 10).

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಕಣಗಳ ಶೋಧವನ್ನು 1947 ರಲ್ಲಿ ಪರ್ಕಿನ್ಸ್ ಕೈಕೊಂಡನು. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣದ ತೂರುವಿಕೆಯ ಸುರಿಮಳೆಯಲ್ಲಿನ ಕಣಗಳು ಎತ್ತರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವುದು ಆತನ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ತಿಳಿಯಿತು. ಅಂದರೆ ಇವು ಹೊಸ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಕಣಗಳಾಗಿರಬೇಕಲ್ಲದೆ, ಮ್ಯೂಯಾನುಗಳಾಗಿರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. 1947ರಲ್ಲಿ ರೋಚೆಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಬಟ್ಲರರು ಮಂಚೆಸ್ಟರ್‌ನ ಮೇಘಮಂದಿರದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ, ಒಂದು ತಟಸ್ಥ ಕಣವು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡು ಉಂಟುಮಾಡಿದ್ದ ಎರಡು ಕವಲು ಪಥಗಳು ಕಂಡುಬಂದವು. ಇವನ್ನು

ನಂತರ ತಟಸ್ಥ ಲಾಂಬ್ಡಾ ಹೈಪರಾನ್ (Λ°) ಎಂದು ಗುರುತಿಸ ಲಾಯಿತು.

$$\Lambda^{\circ} \rightarrow \rho^{+} + \pi^{-}$$

ಅವರು ತೆಗೆದ ಇನ್ನೊಂದು ಛಾಯಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಂಶ ವುಳ್ಳ ಕಣವು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಿಸಿಕೊಂಡು ಮೇಘಮಂದಿರವನ್ನು ದಾಟುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಇದನ್ನು ಧನ ಸಿಗ್ಮಾ ಹೈಪರಾನ್ (ϵ^{+}) ಎಂದು ಕರೆದರು.

$$\epsilon^{+} \rightarrow n + \pi^{-}$$

ಪೊವೆಲ್ ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರು 1949ರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಘಟನೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಎಮಲ್ಸನ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಂಡರು. ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಪೈಮೆಸಾನುಗಳ ನಡುವಣ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವುಳ್ಳ ಕಣವೊಂದು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಮೂರು ಮೆಸಾನುಗಳು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾದವು. ಈ ಕಣವನ್ನು K ಮೆಸಾನು ಎಂದು ಕರೆದರು.

$$K^{+} \rightarrow \pi^{+} + \pi^{+} + \pi^{-}$$

ಹೊಸ ಕಣಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ದಿನನಿತ್ಯವೆಂಬಂತೆ ಆಗತೊಡ ಗಿದವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವನ್ನು ವಿವಿಧ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುತಿ ಸುವುದು ಬೃಹತ್ ಸಮಸ್ಯೆಯೇ ಆಯಿತೆನ್ನಬಹುದು. 1953ರಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಸೇರಿದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತಜ್ಞ ಸಮಿತಿಯು ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಎರಡು ಸಮುದಾಯಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿತು. ಅವು ಭಾರ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ಹೈಪರಾನುಗಳಾಗಿವೆ. ಭಾರ ಮೆಸಾನುಗಳ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವು ಪ್ರೋಟಾನಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದು ಪೈಯಾನಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದು. 1954ರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವದ ಕುರಿತು ಮೇಘಮಂದಿರದ ಛಾಯಾ

ಚಿತ್ರಗಳು ಸುಳುವು ಕೊಟ್ಟವು. ಇದರ ಆಧಾರದ ಮೇರೆಗೆ 1956 ರಲ್ಲಿ ಈ ಕಣಗಳನ್ನು ಬರ್ಕ್ಲೆಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕವನ್ನು ಬಳಸಿ, ಇಮಿಲಿಯೋ ಮತ್ತು ಚಾಂಬರ್ಲೈನ್‌ರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಸಂಘರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನ್, ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುವು. ಇವಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳು ಅತಿ ಬೇಗನೆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹೀರಲ್ಪಡುವುವು ಆದರೆ ತಟಸ್ಥ ಕಣವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಆಯಾನೀಕರಣದಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೆ, ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಸಂಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಮೆಲ್ಲನೆ ಶಕ್ತಿಗುಂದಿ ಕೊನೆಗೆ ನೈಟ್ರೋಜನ್ ನಂತಹ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಿಂದ ಹೀರಲ್ಪಡುವುವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಿಕಿರಣ ಶೀಲ ಕಾರ್ಬನ್–14 ಸೃಷ್ಟಿಗೊಳ್ಳುವುದು.

$$_{7}N^{14} + _{0}n^{1} \rightarrow _{6}C^{14} + _{1}H^{1}$$

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ C–14ನ್ನು ಬಳಸಿ, ಪ್ರಾಚೀನ ಅವಶೇಷಗಳ ಕಾಲನಿರ್ಣಯವನ್ನು ಮಾಡುವ ಒಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಡಾಕ್ಟರ್ ಲಿಬ್ಬಿಯು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. [ಸುಧಾದಲ್ಲಿ 1972 ಮೇ 21ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ "ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಕಾಲ ನಿರ್ಣಯ" ಎಂಬ ಲೇಖನ ಓದಿರಿ.]

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ: ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಬದಲಾಗದೆ ಉಳಿಯುವ ಅಂಶವು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಥಮ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ತಾದ ಫಲಿತಾಂಶವೆನ್ನಬೇಕು. ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಏರಿಳಿತವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು. ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟ

ದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಲಾಗಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅಳೆಯಲಾಗಿದೆ. ನಂತರದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಎತ್ತರ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷಾಂಶ ಗಳಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೈಮರಿ ಕಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯೂ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿರುವುದು. ಈ ತೀವ್ರ ತೆಯು ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ನಿಯತಾಂಕವಾಗಿರದೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಅಂಶವು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಇದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ನಡೆ ಯುತ್ತಿರುವ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಹೊರಗೂ ಕಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆ ಯನ್ನು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ.

1956 ಫೆಬ್ರವರಿ 23ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಸೌರ ಘಟನೆ ನಡೆ ಯಿತು. ಸೂರ್ಯನ ಬಿಲ್ಲೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಜ್ವಾಲೆಯು (flare) ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಪ್ರಪಂಚದೆಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಉಪಕರಣಗಳು ಅಧಿಕ ಕೌಂಟ್ಸ್ ದರಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು 15 ನಿಮಿಷಗಳ ವರೆಗೆ ತೋರಿಸಿದವು. ಕೆಲವೇ ತಾಸುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಮೊದಲಿನ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೇ ಇಳಿ ಯಿತು. ಅಧಿಕ ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಉಪಕರಣ ಗಳು ಮೆಸಾನು ಉಪಕರಣಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ದರದಲ್ಲಿ ಕಣಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದವು. ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೋಟಾನು ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಸೌರಜ್ವಾಲೆಯ ಸಮಯ ನಿಸ್ಸಂಶಯವಾಗಿ ಬಿಡು ಗಡೆಯಾಗಿರಬೇಕು. ಇವು ಸಂಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುದೇ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಏರಿಕೆಗೆ ಕಾರಣ ವಾಗಿದೆ. ಈ ನಿರ್ಧಾರದ ಪ್ರಥಮ ನೇರ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು 1958 ರಲ್ಲಿ ಏಂಡರ್‌ಸನನು ಕೈಕೊಂಡನು. ಆತನು ಹಾರಿಸಿಬಿಟ್ಟ ಬೆಲೂನು ಸುಮಾರು 32 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸತತವಾಗಿ 24 ತಾಸು ನಿಶ್ಚಲ

ವಾಗಿತ್ತು. ಸೌರಜ್ವಾಲೆಯ ಮೊದಲು ಉಪಕರಣವು ನಿಯತಾಂಕ ದರದಲ್ಲಿ ಕೌಂಟ್‌ಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತಿತ್ತು. ಕೂಡಲೇ ಅದರ ದರವು ಮೊದಲ 10 ಪಾಲಿನಷ್ಟು ಏರಿತು. ಕೆಲವು ತಾಸುಗಳ ನಂತರ ಪುನಃ ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೇ ಹಿಂತಿರುಗಿತು. ಇದೇ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ಪ್ಲೋರರ್–iv ಉಪಗ್ರಹವೂ ನೀಡಿತು.

ಸೌರ ಚಟುವಟಿಕೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಾಗ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಇಳಿಯುವುದನ್ನು 1937ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾದ ಫೋರ್‌ಬಶ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು 'ಫೋರ್‌ಬಶ್ ಇಳಿಯುವಿಕೆ"ಯೆನ್ನುವರು. ಸೂರ್ಯನ ಅಧಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ವೇಳೆ ಭೂಮಿಯು ಒಂದು ಕಾಂತೀಯ ಬಿರುಗಾಳಿಗೆ (magnetic storm) ಒಳಗಾಗುವುದರಿಂದ ಅದರ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವು 1% ನಷ್ಟು ಏರುವುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿಯೇ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯು ಇಳಿಯುವುದು. ಕಾಂತೀಯ ಬಿರುಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೇ ಭೂಮಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವಾನ್ ಅಲೆನ್ ಸ್ತರಗಳ ಅಯಾನು ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅಧಿಕ ಏರಿಳಿತವುಂಟಾಗುವುದು. ಇದೇ ವೇಳೆ ಅರೋರಾವೆಂಬ ದಿವ್ಯಜ್ಯೋತಿಯು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದು.

ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಜಲಜನಕ ಅಯಾನುಗಳು ಅಧಿಕಾಂಶದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾವು ಹೊರಹರಿಯುವುದು. ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾವು ಅಧಿಕ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯತ್ತ ಧಾವಿಸುತ್ತಾ ಸೌರಗಾಳಿ (solar wind) ಯನ್ನೂ ತಳ್ಳುವುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ 'ಶಾಕ್‌ವೇವ್' ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು. ಈ ತರಂಗವು ಭೂಕಾಂತೀಯ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಅಸ್ತವ್ಯಸ್ತಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದಲೇ, ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಏರಿಳಿತವಾಗುವುದು. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಸೌರಚಟುವಟಿಕೆ ಮತ್ತು ಸೌರ ಜ್ವಾಲೆಗಳು 11 ವರ್ಷ ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಅಂತೆಯೇ ಇದೇ

ಆವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯೂ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರು ದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಮೂಲ: ಸೌರ ಚಟುವಟಿಕೆ ಮತ್ತು ಸೌರ ಜ್ವಾಲೆಯ ವೇಳೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಏರಿಳಿತ ವುಂಟಾಗುವುದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಕಾಂತೀಯ ಬಿರುಗಾಳಿಯು ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವಿನ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಅಸ್ತವ್ಯಸ್ತಗೊಳಿಸಿ ಕಣಗಳ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದು. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವುದು ಎಂದಾದ ಬಳಿಕ, ಎಲ್ಲಾ ವಿಸರಣವೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಉಂಟಾದುದು ಎಂದು ಆದೇಕೆ ಊಹಿಸಬಾರದು? ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ ದರದಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣವನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಸೌರಜ್ವಾಲೆಯು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಈ ನಿಯತಾಂಕ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಏರಿಸುವುದೆಂದು ಊಹಿಸಬಾರದೇ? ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ತೀವ್ರ ತೆಯು ರಾತ್ರಿ ಹಗಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ತಾಸುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನಿಯತಾಂಕ ವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಊಹನೆಯನ್ನು ಕೈಬಿಡುಬೇಕಾಗುವುದು. ಇಷ್ಟಲ್ಲದೆ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳು ಸೂರ್ಯನ ದಿಶೆಯಿಂದ ಮಾತ್ರ ಬರದೆ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದಲೂ ಭೂಮಿಯತ್ತ ಆಗಮಿಸುವುವು.

ವೀಕ್ಷಿಸಿದ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಾಲು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಸೂಸವಲ್ಲಿ, ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣದ ಮೂಲ ಯಾವುದು? ಈ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಬಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ನಕ್ಷತ್ರ ಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ವಿಸರಣವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪುತ್ತಿರ ಬಹುದೆಂದು ಭಾವಿಸುವ ಪ್ರತಿ ತಾರೆಯು ಸರಾಸರಿ ಸೂರ್ಯ ಹೊರಸೂಸುವ ದರದಲ್ಲೇ ಕಣಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವುದು ಎಂದೂ ಊಹಿಸುವ ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಗೆ ಅತೀ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವುದ ರಿಂದ ಅವನಿಂದ ಬರುವ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಎಲ್ಲಾ

ತಾರೆಗಳಿಂದ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಬರುವ ಕಣಗಳಿಗಿಂತ ಮಿಲಿಯ ಪಾಲಾದರೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು! ಅಂದರೆ ಪುನಃ ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯ ಎಲ್ಲಾ ವಿಸರಣವೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬರುವುದು ಎಂದಂತಾಯಿತು! ಆದರೆ ಇದು ನಿಜವಲ್ಲ.

ಕೆಲವೊಂದು ತಾರೆಗಳು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಉಗಮವಾಗಿರಲು ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದೂ ಸಾಧ್ಯ. ಅಂತೆಯೇ ಇವುಗಳಿಂದಲೇ ಎಲ್ಲಾ ವಿಸರಣವು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಿರಬಹುದು. ಸೂಪರ್ ನಾವೆಗಳು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಉಗಮವಾಗಿರಬಹುದೆಂಬ ಊಹನೆಯು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಬಲಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ. ನಮ್ಮ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಯ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ (ಅಂದರೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದಿಂದ ಸುಮಾರು ಸಾವಿರ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳೊಳಗೆ!) ಪ್ರತಿ ನೂರಾರು ವರ್ಷಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಇಂತಹ ವೈಯಕ್ತಿಕ ತಾರೆಗಳ ಬೃಹತ್ ಸ್ಫೋಟನ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ಬಹುಶಃ ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಬಹುದು.

ತಾರೆಗಳ ಅಂತರಾಳಗಳಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಸಮ್ಮಿಲನ (fusion) ಕ್ರಿಯೆಯು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ನಿಂತುಬಿಡುವುದು. ಇದರಿಂದ ಅವು ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುವುವು. ಆದರೆ ಯಾರಿಗೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿದ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಅರಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಖಗೋಲಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತಾರೆ – ತಾರೆಗಳ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಮ್ಮಿಲನ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು. ಹಾಗೂ ಅಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು. ಸಮಯ ಹೋದಂತೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಇಂಧನವು ಅಂದರೆ ಜಲಜನಕವು (ಅದೂ ಹೀಲಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಭಾರದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡು ಹೊಂದುವುದರಿಂದ) ಅಲಭ್ಯವಾಗುವುದರಿಂದ, ಸಮ್ಮಿಲನ ಕ್ರಿಯೆ

ನಿಂತುಬಿಡುವುದು. ತಾರೆಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಸರ ಣವು ಈಗ ನಿಂತುಬಿಡುವುದರಿಂದ ಅದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಗಳನ್ನು ಸರಿದೂಗಲಾರದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ತಾರೆಯು ಕುಸಿಯು ವುದು. ಈ ಕುಸಿತವು ಒಮ್ಮೆಲೇ ಅಂತರಾಳದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಏರಿಸುವುದು. ಈಗ ತಾರೆಯ ಹೊರ ಸ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದ ಹಗುರ ಧಾತು ಗಳೂ ಸಮ್ಮಿಲನದಿಂದ ಭಾರ ಧಾತುಗಳಾಗುವುವು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಜರಗಿ ಭಯಂಕರ ಸ್ಫೋಟನವುಂಟಾಗುವುದು. ಸೂಪರ್ ನಾವೆ ತಾರೆಗಳು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳನ್ನು ಸ್ಫೋಟನ ದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುವು ಎಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣ ಗಳು ಬಳಿಕ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅವಕಾಶ(space)ದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿ ದಾಗ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಂಡು ಇನ್ನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ತಾರೆಗಳು ಕಾಂತೀಯ ಮಹತ್ವ ವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಕೆಲವೊಂದು ತಾರೆಗಳು ತಮ್ಮ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕೆಲವು ದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ವಿಪರ್ಯಸ್ಥಗೊಳಿ ಸುವುದನ್ನೂ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ.

ರಶ್ಯಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗಿಂಜಿಬರ್ಗನು, ರೇಡಿಯೋ ಖಗೋ ಲೀಯ ವೀಕ್ಷಣೆಯು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಮೂಲವನ್ನು ತಿಳಿ ಯಲು ಸಹಕಾರಿಯಾದೀತೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ವಿದ್ಯು ತ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿ ಯಗಳನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳಿಸಿದಂತೆಯೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೂ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟಗೊಳಿಸುವುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವು ಸುರುಳಿಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಾ "ಸಿಂಕ್ರೋಟ್ರಾನ್ ವಿಸರಣ"ವನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವುವು. ಇಂತಹ ಪ್ರಬಲ ವಿಸರಣವನ್ನು ಅಧಿಕ ವೇಗದ ಹಗುರ ಕಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಕೊಡುವುದರಿಂದ, ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಈ ವಿಸರಣವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲಾರವು.

ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಪ್ರಸರಿಸುವ ಸಿಂಕ್ರೋಟ್ರಾನ್ ವಿಸರಣವನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ದೂರ ದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇವನ್ನು ಇತರ ಸದ್ದುಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದರಲ್ಲೂ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಸಿಂಕ್ರೊಟ್ರಾನ್ ವಿಸರಣದ ಮೂಲವೇ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣವನ್ನೂ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು. ಸೂಪರ್ ನಾವೆ ತಾರೆಗಳು ಸ್ಫೋಟಗೊಂಡ ನಂತರ ಉಳಿಯುವ ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳೇ ಈ ಮೂಲಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು. 2000 ವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆಗೆ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದ ಸುಮಾರು 6 ಅಂತಹ ಮೋಡಗಳು ಈಗ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತಿವೆ. ಇವಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು 1054ರಲ್ಲಿ ಸ್ಫೋಟಗೊಂಡ ಸೂಪರ್ ನಾವೆಯ ಉಳಿಕೆ (remnant) ಯಾಗಿರುವ (4000 ಜ್ಯೋತಿ ವರ್ಷ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ) ಸುಮಾರು 6 ಜ್ಯೋತಿ ವರ್ಷ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಕ್ರೇಬ್ ನೆಬುಲ್ಲಾ ಆಗಿದೆ. ಮೋಡದೊಳಗಿನ ಅನಿಲವು ಇನ್ನೂ ಅಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೇ ಇರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಕ್ರೇಬ್ ನೆಬುಲ್ಲಾದ ವಿಸರಣದ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿದ್ದು ಪ್ರಬಲ ಸಪಾರ್ಶ್ವತೆಯ ಬೆಳಕಿನಿಂದಾಗಿದೆ. 1953ರಲ್ಲಿ ರಶ್ಯಾದ ಖಗೋಲ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಶ್ಕ್ಲೋವಿಸ್ಕಿಯು ಇದು ಸಿಂಕ್ರೋಟ್ರಾನ್ ವಿಸರಣದ ಪರಿಣಾಮವೆಂದಿದ್ದಾನೆ. ಇದೇ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರಬೇಕು. ಇವು ಕ್ರೇಬ್ ನೆಬುಲ್ಲಾದಿಂದ ಹೊರಬಂದು ತಾರೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಸೇರುವುವು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ತಾರೆಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಕಣಗಳೂ ಒಟ್ಟುಸೇರಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ವಿಸರಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವು ಎಂದು ಶಂಕಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕಣಗಳ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ವಿಧಾನ: ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಭಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ವಿಶ್ವದೆಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಇವೆ. ಫರ್ಮಿಯು

ಅವುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಗೋಜಿಗೆ ಹೋಗದೆ, ಅವುಗಳು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಂಡು ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಗಳಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದನು. ಈ ತನಕ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳು ಕೇವಲ ತಾರೆಗಳ ಮೋಡಗಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಾತಾವರಣದ ಪರಿಮಿತ ಅವಕಾಶಗಳಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುವುವು ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಅರಿತೆವು. ತಾರೆಗಳ ನಡುವಿನ ಬೃಹತ್ ಅವಕಾಶದಲ್ಲೂ ಅಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದಾಗಿ ಕಣಗಳು ಮೆಲ್ಲನೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇಡೀ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಯೇ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಣಗಳ ಬೃಹತ್ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂದು 1933ರಲ್ಲಿ ಸ್ವಾನನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಈ ಸೂಚನೆಯನ್ನೇ ಬೀಟಾಟ್ರೋನಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಷ್ಠಾನಕ್ಕೆ ತರಲಾಯಿತು.

1951ರಲ್ಲಿ ಎನ್‌ರಿಕೊ ಫರ್ಮಿಯು ಈ ಕೆಳಗಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ತಂತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಜಲಜನಕ ಅಯಾನುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಬೃಹದಾಕಾರದ ಮೋಡಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುವುವು. ಸೌರಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಇರುವಂತೆಯೇ ಇವಲ್ಲೂ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿರುವುವು. ಇಂತಹ ಮೋಡಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ವೇಗದ ಕಣಗಳು ಬಡಿದಾಗ ಶಕ್ತಿಯ ವಿನಿಮಯವಾಗುವುದು; ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇಂತಹ ವಿನಿಮಯದಲ್ಲಿ ಕಣಗಳೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಕಣವು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ಮೋಡದೊಂದಿಗೆ ಸಂಘರ್ಷಣೆಗೊಂಡಾಗ ಅದು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದು ಚದರುವುದು. ಆದರೆ ತನ್ನಿಂದ ದೂರ ಚಲಿಸುವ ಮೋಡಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದಾಗ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು. ತಲೆಯ ಮೇಲೆಯ(head-on) ಡಿಕ್ಕಿಯೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಕಣವು ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸುವುದು. ನಮ್ಮ ಮಿಲ್ಕೀವೇ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಯಲ್ಲೂ ಇಂತಹದೇ ವಿಧಾನವು ನಡೆಯುತ್ತಿರಬೇಕೆಂಬುದೇ ಫರ್ಮಿಯ ಅಭಿಪ್ರಾಯ! •

ಗ್ರಂಥಋಣ:

1. Cosmic Rays-Bruno Rossi
2. Origin of Cosmic Rays-J. M. Blatt
3. Primary Cosmic Radiation-A. J. Hertz
4. Introduction to Atomic and Nuclear physics-Harvey E. White.

****

ನವೋದಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ

ಅಚ್ಚಾದುವು

ಕಲಾವಿದ ಕೃಷ್ಣ ಹೆಬ್ಬಾರರು
ಬೇಂದ್ರೆ
ಕಾರ್ಲ್‌ಮಾರ್ಕ್ಸ್
ಶಿವರಾಮ ಕಾರಂತ
ಪು. ತಿ. ನರಸಿಂಹಾಚಾರ್ಯ
ಟಿ. ಎಸ್. ಈಲಿಯಟ್
ಮಾಸ್ತಿ ವೆಂಕಟೇಶ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್
ಕಡೆಂಗೋಡ್ಲು ಶಂಕರ ಭಟ್ಟರು
ಶ್ರೀರಂಗ
ಅ. ನ. ಕೃಷ್ಣರಾಯರು
ಬದುಕುವ ದಾರಿ
ಶ್ರೀ ಕೃಷ್ಣ ದೌತ್ಯ
ಶ್ರೀ ಪುರಂದರ ದಾಸರು
ಸೇಡಿಯಾಪು ಕೃಷ್ಣ ಭಟ್ಟ
ಗೋವಿಂದ ಪೈಗಳ ಕಾವ್ಯ
ವಿ. ಸೀ.
ಜಾಣ ಮುದ್ದಣ
ಮುಳಿಯ ತಿಮ್ಮಪ್ಪಯ್ಯ
ಕನ್ನಡ ಕಟ್ಟಿದವರು
ಉಗ್ರಾಣ ಮಂಗೇಶ ರಾವ್
ಪಂಜೆ ಮಂಗೇಶ ರಾವ್
ಸಾಂತ್ಯಾರು ವೆಂಕಟರಾಜ
ಹುರುಳಿ ಭೀಮ ರಾವ್
ಕಯ್ಯಾರ ಕಿಞ್ಞಣ್ಣ ರೈ

ಮಣಿಪಾಲ ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್, ಮಣಿಪಾಲ